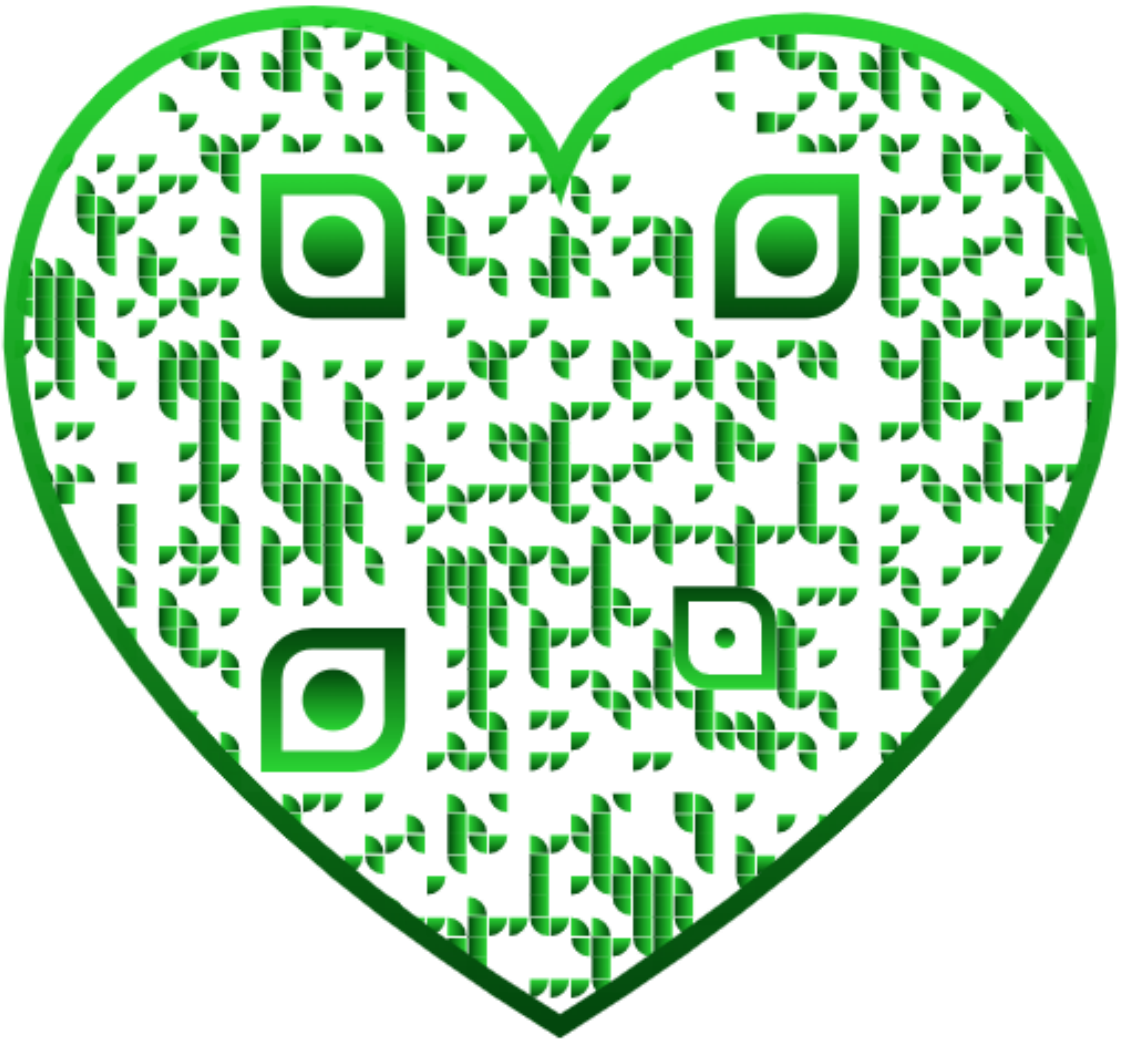
Agrodok 21

La pisciculture à la ferme

Aldin Hilbrands
Carl Yzerman

SHOUT
SHARE
IT



© Fondation Agromisa, Wageningen, 2004.

Tous droits réservés. Aucune reproduction de cet ouvrage, même partielle, quelque soit le procédé, impression, photocopie, microfilm ou autre, n'est autorisée sans la permission écrite de l'éditeur.

Première édition : 1998
Deuxième édition : 2002
Troisième édition: 2004

Auteurs : Aldin Hilbrands, Carl Yzerman
Editor : W.G. van der Poll
Conception : Pio E. Martinez, Eva Kok
Traduction : Evelyne Codazzi
Imprimé par : Digigrafi, Wageningen, Pays-Bas

ISBN : 90-77073-84-1

NUGI : 835

Avant-propos

Cet Agrodok traite de la pisciculture intégrée. C'est une forme importante d'agriculture à petite échelle dans les régions tropicales. On peut aménager le système par étapes pour obtenir finalement un système optimal de production intégrée, basé sur les intrants disponibles à la ferme. Les informations données sont aussi pratiques que possible et devraient être utiles lors des premières étapes. Cependant, il faut garder à l'esprit que les chiffres de production dépendent des conditions locales et que ceux donnés ici ont seulement une valeur d'indication.

Les illustrations des plantes aquatiques données dans cet Agrodok ont été mises à notre disposition par le Bureau d'information de l'Université de Floride (IFAS) et par le Centre de plantes aquatiques de Gainesville aux Etats-Unis. Les autres illustrations ont été adaptées par le Groupe d'illustration d'Agromisa. Nous tenons à remercier pour leur conseils Dr. A.A. van Dam et Dr M.C.J. Verdegem du Département de pisciculture et de pêche de l'Université d'Agronomie de Wageningen.

Nous tenons à remercier Dr. M. Halwart du Département de la ê de la FAO qui nous a donné des renseignements pour le chapitre sur la rizipisciculture, ainsi que Dr. J. Moreau de l'ENSAT en France qui a traduit en français un bon nombre de noms de poissons.

Nous aimerions recevoir vos commentaires sur le contenu de ce livret.

Wageningen, janvier 1997

W.G. van de Poll
Rédacteur-coordinateur

Sommaire

1	**Introduction**	**6**
2	**Les principes de la pisciculture intégrée**	**9**
2.1	L'écologie d'un étang à poissons	9
2.2	La qualité de l'eau	10
2.3	L'application d'engrais	11
2.4	La fertilisation du fond de l'étang	14
2.5	Les sous-produits végétaux et le fumier animal	14
2.6	Choix des espèces	15
2.7	Compléments alimentaires pour les poissons	15
3	**Matériel végétal utilisé pour l'alimentation des poissons et la fertilisation de l'étang**	**17**
3.1	Introduction	17
3.2	Le compostage	17
3.3	Les plantes terrestres	20
3.4	Les plantes aquatiques	22
3.5	La valeur nutritive des plantes	26
4	**La rizipisciculture**	**28**
4.1	Introduction	28
4.2	L'écologie d'une rizière	29
4.3	Sélection d'une rizière pour la pisciculture	32
4.4	Choix des espèces	41
4.5	La mise en charge des poissons	44
4.6	Fertilisation et alimentation	45
4.7	Rendements de poissons	46
4.8	Autres systèmes de rizipisciculture	47
5	**Production animale intégrée à la pisciculture**	**49**
5.1	Le fumier animal	49
5.2	La pisciculture intégrée à l'élevage de porcs	50
5.3	La pisciculture intégrée à l'élevage de poules	53

5.4 La pisciculture intégrée à l'élevage de canards et d'oies 55
5.5 La pisciculture intégrée à l'élevage d'autres animaux 59

Annexe 1 : Espèces couramment élevées 62

Annexe 2: Plantes aquatiques 64

Annexe 3: Herbes 65

Annexe 4: Plantes 66

Annexe 5: Chiffres de production 67

Annexe 6 : Noms latins des poissons et des plantes 69
Espèces de poissons 69
Espèces de plantes 70
Autres 70

Bibliographie 71

Adresses utiles 73

1 Introduction

Les avantages de la pisciculture intégrée

Cet Agrodok présente plusieurs manières d'intégrer la pisciculture à la production végétale et animale dans une ferme. Il forme la suite de l'Agrodok no.15: «La pisciculture en eau douce à petite échelle», lequel traite en détail des principes de la pisciculture et de la construction d'un étang à poissons.

Après avoir diversifié les activités agricoles dans une ferme, on peut passer à leur intégration. On peut diversifier les activités en cultivant différentes sortes de produits agricoles, végétaux et animaux. Les différentes activités sont intégrées si les résidus d'une activité sont utilisés pour la production d'un autre produit végétal ou animal. Ainsi par exemple, on peut utiliser le fumier animal pour améliorer la fertilité du sol et augmenter la croissance des plantes. On peut également utiliser le fumier animal pour fertiliser un étang et augmenter la production piscicole. La production est plus élevée dans une ferme intégrée que dans une ferme où les activités sont effectuées séparément. On comprime les coûts de production en utilisant pour la pisciculture les sous-produits (tiges et feuilles par ex.) des autres activités de la ferme. Ces sous-produits reviennent beaucoup moins cher que la nourriture achetée.

Avantages de l'agriculture intégrée:

- Réduction des résidus, ce qui améliore l'environnement local.
- Diminution du besoin d'engrais chimiques, ce qui augmente les bénéfices en diminuant les coûts.
- Augmentation de la production de poissons et de légumes, ce qui augmente la consommation du ménage ou son revenu.
- Diminution de la dépendance vis-à-vis des intrants de production extérieurs, ce qui augmente la stabilité de la ferme.
- Augmentation de la productivité et de l'efficacité de la ferme.

Le principal avantage de l'agriculture intégrée est la réduction des résidus. Une structure de sol améliorée par la vase du fond de l'étang utilisée en engrais entraîne une amélioration de la rétention de l'eau et une réduction de l'érosion. Ces avantages à long terme l'emportent sur tous les autres qui, eux, entraînent seulement une augmentation de la production piscicole.

Les avantages de la pisciculture intégrée mentionnés ici donnent une idée générale de ce que l'on peut obtenir. Les méthodes de production et les rendements dépendent des conditions locales. Ainsi par exemple, les paysans de Malawi en Afrique adaptent chaque année leur système de pisciculture intégrée à la quantité des pluies. Dans les années sèches, ils cultivent des légumes sur le fond de l'étang s'il n'y a pas assez d'eau pour élever des poissons. Sur le sol fertile du fond de l'étang, les légumes poussent bien et souffrent moins de la sécheresse.

Pour fertiliser l'étang d'une ferme intégrée, on peut utiliser des sous-produits végétaux et animaux. Comme l'application d'engrais naturel augmente la quantité de nourriture présente dans l'étang, les poissons auront moins besoin d'être nourris directement. Les principes de la pisciculture intégrée sont donnés au Chapitre 2.

Certains poissons peuvent être nourris directement avec des résidus végétaux. Pour d'autres, les résidus doivent d'abord être transformés en compost. Appliqué en engrais dans l'étang, le compost augmente la quantité de nourriture naturelle disponible, ce qui entraîne une augmentation de la production piscicole. Le Chapitre 3 présente différentes manières d'utiliser les résidus végétaux.

Le Chapitre 4 décrit un système particulier de production intégrée culture vivrière-poissons: la rizipisciculture intégrée. Ce système de production est répandu en Asie et s'applique de façon extensive ou intensive en fonction des conditions locales.

Le fumier animal peut être utilisé soit comme nourriture pour certaines espèces de poissons, soit comme engrais pour l'étang. De nom-

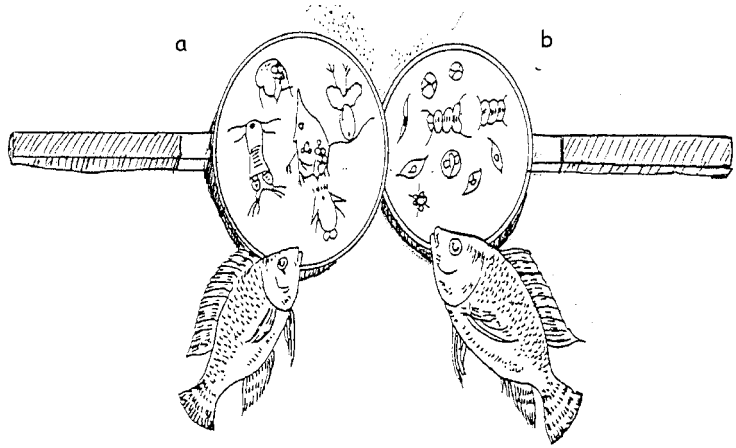
breux systèmes intègrent la production piscicole à d'autres formes de production animale, par exemple à l'élevage de canards ou de porcs. La possibilité d'intégrer la production piscicole à d'autres formes de production dépend des conditions locales de production et de marché. Le sol doit convenir à la construction d'un étang et les espèces adéquates doivent être disponibles. L'utilisation du fumier animal pour la production piscicole est traitée au Chapitre 5.

Dans le texte, les noms des différentes espèces de poissons et de plantes sont en français courant (Annexe 6).

2 Les principes de la pisciculture intégrée

2.1 L'écologie d'un étang à poissons

Les poissons ne sont pas les seuls organismes à vivre dans l'eau d'un étang. Leur nourriture naturelle pousse également dans l'étang. Les sources naturelles de nourriture comprennent de très petites plantes (algues ou phytoplancton) et de très petits animaux (zooplancton) (figure 1). Ces deux sortes ne sont pas visibles à l'œil nu. Quand il y a beaucoup d'algues, l'eau est de couleur verte.



a: zooplancton; b: algues

Figure 1 : Nourriture naturelle des poissons vue à la loupe (Edwards & Kaewpaitoon, 1984).

Les plantes aquatiques sont plus grandes. Elles sont visibles à l'œil nu. Elles se développent dans l'étang pendant toute l'année. Certaines poussent sur le fond de l'étang, d'autres flottent à sa surface. Certains poissons mangent les plantes aquatiques.

L'eau de l'étang doit être de bonne qualité pour que les poissons soient sains et se développent bien. Les poissons ont besoin d'oxygène. Cet oxygène est produit surtout par les algues qui flottent dans l'eau et la colorent en vert. Le climat est un autre facteur important, car il détermine la température de l'eau. Plus la température de l'eau est élevée, plus la croissance des algues et du zooplancton est rapide. Cependant, les algues tropicales, le zooplancton et les poissons se développent souvent plus rapidement si la température de l'eau se situe entre 25 et 30°C.

2.2 La qualité de l'eau

Les deux principaux facteurs qui influencent la qualité de l'eau sont la température de l'eau et la quantité d'oxygène dissoute dans l'eau. Les plantes qui vivent dans l'étang (surtout les algues) produisent de l'oxygène en fixant la lumière solaire. Elles utilisent elles-mêmes une partie de cet oxygène. Plus l'étang reçoit de lumière solaire, plus la production d'oxygène est élevée. Sans lumière solaire, les plantes ne produisent pas d'oxygène. Comme les plantes et les animaux ont besoin d'oxygène de jour comme de nuit, la quantité d'oxygène dans l'eau diminue au cours de la nuit. C'est au petit matin que le taux d'oxygène est le plus bas. En effet, l'oxygène utilisé pendant la nuit par les poissons, les algues et le zooplancton n'a pas encore été renouvelé. C'est en fin d'après-midi que le taux d'oxygène est le plus élevé, car l'oxygène est produit pendant les heures ensoleillées de la journée.

Le climat a également une influence sur le taux d'oxygène dans l'eau. La quantité d'oxygène dans l'eau dépend de la température de l'eau. L'oxygène se dissout moins bien dans l'eau chaude que dans l'eau froide, alors que les poissons ont justement besoin de plus d'oxygène dans l'eau chaude car ils sont plus actifs. La température optimale varie en fonction de l'espèce, mais la température moyenne se situe entre 25 et 30°C. Par temps nuageux, les algues produisent moins d'oxygène, car moins de lumière solaire pénètre dans l'eau. Par temps venteux, le taux d'oxygène s'élève, car une plus grande quantité d'air se mélange à l'eau.

L'application d'engrais a une grande influence sur le taux d'oxygène et sur les conditions de vie des poissons dans l'étang. Un excès d'engrais entraîne un manque d'oxygène et par conséquent la mort des poissons. Il est donc très important d'appliquer l'engrais de façon correcte (Paragraphe 2.3).

2.3 L'application d'engrais

Le mode de fertilisation est important si l'on veut maintenir constantes la qualité de l'eau et la quantité de nourriture naturelle disponible dans l'eau. La quantité d'engrais ajouté à l'eau dépend du nombre de poissons qui vivent dans l'étang. Si on ne met pas assez d'engrais, la nourriture naturelle poussera moins bien et la production de poissons sera plus faible. En revanche, un excès d'engrais ou une fertilisation irrégulière peuvent entraîner un manque d'oxygène et la mort des poissons. Un étang fertilisé régulièrement pourra absorber une quantité d'engrais de plus en plus grande. La production piscicole augmentera sans provoquer de baisse du taux d'oxygène. L'engrais doit être appliqué au moins une fois par semaine, et de préférence tous les jours. Un étang bien conçu et bien fertilisé peut faire vivre 3 kg de poissons par 100 m² par jour. En réalité, la quantité est souvent plus faible car il y a souvent trop peu d'eau ou trop peu de poissons. Les conditions climatiques ne sont pas toujours favorables et la récolte du poisson et le drainage de l'étang prennent beaucoup de temps.

L'engrais doit être répandu de manière égale sur tout l'étang. Si on met trop d'engrais à un endroit, il se décomposera sans libérer de bactéries et peu de nourriture naturelle se développera dans l'étang. Une méthode pour assurer une distribution égale de l'engrais dans l'étang est de placer des animaux de ferme directement au-dessus ou sur l'étang. On peut par exemple lâcher des canards. L'engrais des animaux qui vivent au bord de l'étang est plus facile à répandre si on le mélange auparavant avec de l'eau. Le nombre d'animaux pouvant être élevés par étang est indiqué au Chapitre 5.

Comme on vient de le voir, l'application d'engrais a une influence sur le taux d'oxygène dans l'eau de l'étang. Comme la quantité d'oxygène dans l'eau varie au cours de la journée, il est important de bien choisir le moment de la journée où répandre l'engrais. On doit répandre l'engrais au moment où la production d'oxygène est la plus élevée, c'est-à-dire en fin de matinée.

Les organismes qui vivent dans l'eau de l'étang et décomposent les résidus végétaux et animaux ont besoin d'oxygène pour produire les matériaux nécessaires à la croissance des algues. Le processus de décomposition des résidus libère de nombreux matériaux de construction (nutriments). Les algues utilisent ces nutriments pour leur croissance, ce qui en retour augmente la production d'oxygène. Cependant, trop d'algues dans l'étang (l'eau est vert foncé) utilisent trop d'oxygène pendant la nuit, ce qui entraîne un manque d'oxygène au petit matin et provoque la mort des poissons et du zooplancton. Si on applique trop d'engrais, les organismes qui décomposent les résidus utiliseront trop d'oxygène pour dégrader l'engrais et les poissons manqueront d'oxygène et risqueront de mourir. En résumé, un étang a besoin d'une quantité d'engrais optimale pour que les algues produisent suffisamment d'oxygène pour que les poissons ne viennent pas au petit matin bailler à la surface de l'eau en quête d'oxygène (0). D'autres symptômes de manque d'oxygène dans l'eau sont: des bulles d'air remontent à la surface, l'eau est de couleur brune ou grise et elle sent mauvais.

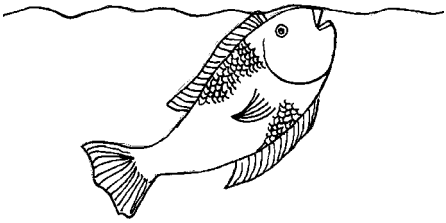
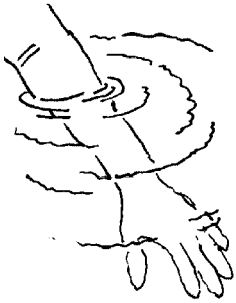


Figure 2 : Si on a appliqué trop d'engrais dans un étang, on voit souvent au petit matin des poissons qui viennent bailler à la surface en quête d'oxygène

Si l'on applique la bonne quantité d'engrais, l'eau se colore en vert (vert moyen, entre vert clair et vert foncé) à cause des algues. Pour vérifier si l'on applique la bonne quantité d'engrais, il suffit de plonger son bras dans l'eau jusqu'au coude (figure 3).



A: Insuffisante

Si on voit toujours son bras et même sa main, c'est signe qu'il n'y a pas assez d'algues dans l'eau, et qu'il faut ajouter de l'engrais.

B: Correcte

Si on voit la moitié de son avant-bras, c'est signe qu'il y a assez de nourriture naturelle dans l'eau et que l'on a appliqué la bonne quantité d'engrais.

C: Floraison d'algues due à un excès d'engrais

Si on ne voit presque plus son bras, c'est signe qu'il y a floraison d'algues. Dans ce cas, il faut arrêter immédiatement la fertilisation jusqu'à ce que l'eau s'éclaircisse (Figure 3B). Il est bon aussi, dans la mesure du possible, d'ajouter dans l'étang de l'eau fraîche propre et d'aérer l'eau. Pour cela, on remue l'eau avec une branche d'arbre ou à l'aide d'une roue à aubes.

Figure 3 : Contrôle de la quantité d'engrais avec l'avant-bras.

2.4 La fertilisation du fond de l'étang

On peut appliquer de l'engrais sur le fond de l'étang avant de le remplir d'eau. Les organismes végétaux et animaux microscopiques qui vivent dans le sol décomposent l'engrais. Une fois l'étang rempli, les nutriments libérés se dissolvent dans l'eau. Ces nutriments constituent la nourriture des algues et du zooplancton qui, à leur tour, seront mangés par les poissons. On peut aussi appliquer du matériel végétal en engrais dans l'étang ou sur le fond de l'étang lors de la préparation d'un étang. L'herbe de basse-cour en est un bon exemple. Semez sur le fond de l'étang 7,5 à 10 kg de graines par 100 m². Après 45 à 60 jours, remplissez l'étang avec l'eau et laissez l'herbe pourrir pendant 7 à 10 jours. Les nutriments libérés serviront d'aliments aux algues et au zooplancton. Cette méthode est souvent utilisée dans les étangs pépinières pour les jeunes poissons qui se nourrissent principalement de zooplancton.
Si l'on n'a pas enlevé la couche de vase, il n'est pas nécessaire de fertiliser le fond de l'étang entre la récolte des poissons et le remplissage de l'étang. Cette vase est constituée de matières organiques provenant des excréments de poisson et des restes de nourriture tombés au fond de l'étang.

2.5 Les sous-produits végétaux et le fumier animal

Le matériel végétal (sous-produits et résidus) peut être directement donné en nourriture aux poissons. Si vous n'avez pas de poissons herbivores, commencez par composter le matériel végétal avant de l'utiliser en engrais. On peut aussi donner le matériel végétal en nourriture aux animaux de la ferme et appliquer ensuite le fumier animal en engrais dans l'étang. Il est souvent difficile de faire la distinction entre nourriture et engrais. En effet, un grand nombre de sous-produits agricoles sont utilisables dans les deux buts.

On peut utiliser le fumier animal en engrais, mais on peut aussi le donner directement en nourriture à certaines espèces de poissons, comme le poisson-chat et le tilapia du Nil. Le fumier de volaille est

une nourriture de meilleure qualité que les autres sortes de fumier animal, car il est riche en bactéries. La majeure partie du fumier animal est utilisé par les poissons de façon indirecte. En effet, les algues commencent par utiliser le fumier pour leur croissance. Le zooplancton mange les algues, et les poissons mangent le zooplancton et les algues. Cependant, certaines espèces ne mangent ni algues, ni zooplancton (Annexe 1).

2.6 Choix des espèces

Comme des poissons d'espèces différentes mangent différentes sortes de nourriture, on peut facilement élever plusieurs espèces dans un même étang. Cela permet une meilleure utilisation des différentes sources de nourriture présentes dans l'étang. Annexe 1 donne les espèces les plus couramment utilisées et leurs préférences alimentaires. Il est conseillé d'élever des espèces omnivores (qui mangent des matières végétales et animales), car elles se nourrissent de plusieurs sources de nourriture. Il est déconseillé d'élever beaucoup de poissons carnivores (prédateurs), car ils sont capables de manger les autres poissons.

Le mode de fertilisation de l'étang détermine aussi l'espèce à élever. Inversement, l'espèce élevée détermine le mode de fertilisation de l'étang. Le poisson-serpent et le poisson-chat peuvent absorber l'oxygène de l'air et celui de l'eau. Ces espèces sont donc moins sensibles aux variations du taux d'oxygène dans l'eau. Le tilapia ne peut pas absorber l'oxygène de l'air, mais il est moins sensible que les autres espèces aux manques d'oxygène dans l'eau. La quantité d'engrais nécessaire dépend de la sensibilité de l'espèce aux manques d'oxygène.

2.7 Compléments alimentaires pour les poissons

On augmente les rendements en donnant aux poissons des suppléments alimentaires. Dans les étangs bien fertilisés, les poissons reçoivent souvent plus de protéines que nécessaire. Cependant, il arrive

qu'ils n'aient pas assez d'énergie à leur disposition, ce qui limite la production. On supplée à ce manque en nourrissant les poissons avec du grain riche en énergie. Les sous-produits de la production de céréales, comme le son de blé et de riz ou le riz cassé, constituent d'excellents suppléments alimentaires pour les étangs fertilisés avec du fumier animal. Au Cambodge, on cuit les feuilles de l'arbre ipil ipil, du sesbanie et du fromager avec des feuilles tendres de hyacinthe d'eau et de belle-de-jour et des enveloppes de riz. Les termites sont également une source de nourriture riche en protéines. On extrait les termites de leurs nids (termitières) en passant la terre au tamis. La terre qui reste est bonne pour la production des vers de terre (Paragraphe 4.8).

3 Matériel végétal utilisé pour l'alimentation des poissons et la fertilisation de l'étang

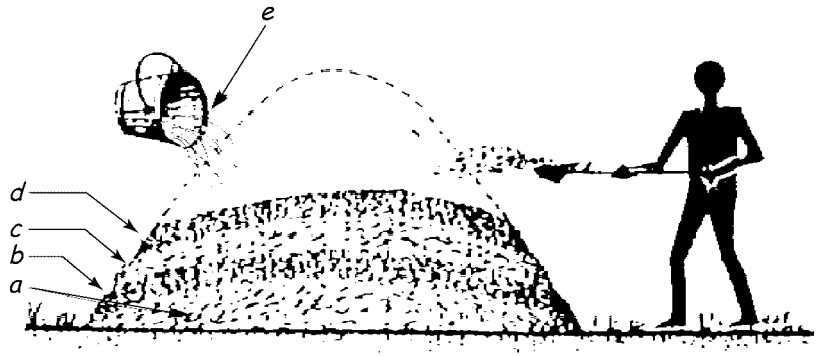
3.1 Introduction

Les poissons herbivores sont capables de consommer directement le matériel végétal. On peut donc leur donner des résidus végétaux ou des produits invendus. Dans certains cas, il peut être avantageux de cultiver des plantes spéciales pour nourrir les poissons. En général, c'est la disponibilité des matières végétales qui détermine leur utilisation: soit en nourriture directe, soit en engrais après sa transformation en compost ou en fumier animal. Si les plantes (aquatiques) ou les sous-produits végétaux ne sont disponibles qu'en petite quantité ou de façon irrégulière, le mieux est de les donner directement aux poissons. Si les matières végétales abondent et si la période totale d'élevage est longue, il est conseillé alors de les composter, ou de les donner en nourriture aux animaux de la ferme dont on utilisera le fumier pour fertiliser l'étang.

3.2 Le compostage

Le compostage du matériel végétal a de nombreux avantages. Quand les matières fraîches abondent, les frais de transport seront considérablement réduits si on commence par en faire du compost. La nourriture compostée est plus stable, plus concentrée et de meilleure qualité, et elle contient moins de germes de maladies. Toutes les matières végétales ne conviennent pas à l'alimentation directe. Il est préférable de composter celles qui conviennent moins bien. Le compost utilisé en engrais aura un effet maximum s'il est répandu régulièrement sur l'étang. Pour plus d'informations sur la préparation et l'utilisation du compost, consultez l'Agrodok no.8: «Fabrication et utilisation du compost». Il est souvent préférable de composter des matières végétales et de les utiliser pour la fertilisation plutôt que de les donner directement en nourriture.

Dans certains pays d'Afrique, le compostage se fait dans le coin d'un étang. Cette méthode est moins efficace que celle qui consiste à répandre sur tout l'étang du compost fait sur terre. Cette seconde méthode donne une production de poissons plus élevée. Cela tient au fait que les nutriments du tas de compost situé dans le coin de l'étang ne se répandent pas bien dans l'étang. Il est donc préférable de composter sur terre les résidus végétaux et animaux. Il faut faire particulièrement attention à la façon dont le tas de compost est construit. Il est par exemple très bon de construire le tas en commençant par une base de matériau végétal grossier (branches ou cannes de canne à sucre) (figure 4). L'air extérieur circule alors plus facilement sous le tas, et un excès d'eau peut être rapidement évacué.



a: matériel végétal grossier
b: matériel végétal fin
c: boue ou vase de l'étang
d: fumier animal
On recouvre le tout de couches de matériel végétal
e: on ajoute de l'eau

Figure 4 : Exemple de fabrication d'un tas de compost.

Le processus de décomposition dans le tas se déroule de la meilleure façon lorsque les matériaux organiques sont disposés en couches: des couches de matériau facilement décomposable en alternance avec des couches de matériau plus difficilement décomposable. Il vaut mieux que chacune des couches de matériau végétal ne dépasse pas 10 cm

d'épaisseur, et que chacune des couches de fumier ou de vase de l'étang ne dépasse pas 2 cm d'épaisseur. La meilleure succession des couches dépend également beaucoup, en plus de la disponibilité de matériau organique, des expériences et réussites personnelles. Ajoutez de l'eau au tas de compost pour accélérer le pourrissement. Enfoncez des bâtons de bambou dans le tas de compost pour améliorer l'aération et faire monter la température jusqu'au niveau de décomposition. Le compost est généralement prêt après 6 à 8 semaines, mais cela dépend en grande mesure du matériau utilisé. Le compost est prêt à l'utilisation lorsqu'il est devenu friable et qu'il a l'aspect d'une bonne terre noire.

Une nourriture faite de hyacinthes d'eau (figure 5) compostées, de fumier et de paille de riz donnée au tilapia du Nil donne un niveau de production de 360 kg par 100 m². La recette du compost est la suivante: Séchez au soleil 1 kg de hyacinthes d'eau jusqu'à ce que leur poids diminue jusqu'à environ 400 g. Mélangez bien les hyacinthes séchées et étendez-les sur une couche de paille (de riz) mesurant 3 x 3 m. Faites un tas de compost d'environ 1 mètre de haut et enfoncez-y des bâtons de bambou pour que l'air puisse pénétrer à l'intérieur. Remuez de fond en comble le tas de compost une fois tous les quinze jours. Deux mois plus tard, le compost est prêt à être répandu sur l'étang. Pour récolter après six mois 25 kg de tilapias de Nil d'un étang d'environ 100 m², il faut leur donner à manger 2 kg de compost par jour. Pour obtenir ces quantités, on aura besoin de quatre tas de compost de la taille décrite ci-dessus.

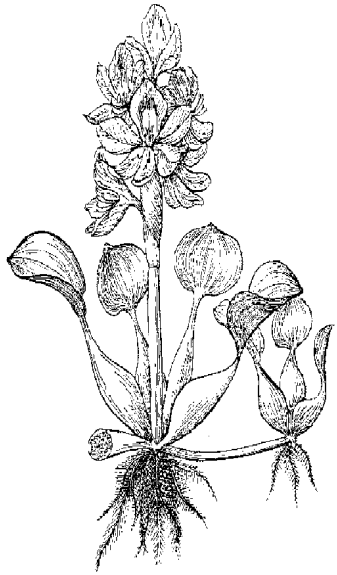


Figure 5 : Hyacinthe d'eau.

3.3 Les plantes terrestres

Les résidus ou les sous-produits des cultures des champs peuvent servir de nourriture aux espèces herbivores comme la carpe herbivore et aux espèces omnivores comme la plupart des espèces de tilapia, de poisson-chat et de carpe commune (Annexe 1). Si le résidu végétal ne peut pas être directement mangé par les poissons, il peut servir d'engrais après avoir été composté (Chapitre 3, paragraphe: Le compostage). En général, seules les parties jeunes, fraîches et tendres de la plante (feuilles et tiges) conviennent à l'alimentation directe du poisson. Il est bon de couper ce matériau aussi fin que possible pour que le poisson puisse le manger plus facilement. Les sous-produits végétaux sont souvent plus nutritifs que les produits récoltés. Les sous-produits comme les feuilles, les tiges et les pousses sont souvent plus riches en minéraux et en protéines. Les produits servant à l'alimentation des poissons sont souvent cultivés à proximité des étangs ou sur les digues afin de réduire les distances de transport. Un étang à poissons présente aussi des avantages pour la production vivrière. Le terrain qui entoure l'étang est souvent plus fertile car il est plus humide et plus facilement irrigable. Après la récolte des poissons, on peut utiliser la vase comme engrais pour les cultures. Si on veut élever des poissons toute l'année, on doit cultiver des plantes pérennes. Elles serviront à l'alimentation des poissons pendant la saison sèche.

En Chine, les plantes terrestres utilisées pour l'alimentation des poissons sont souvent cultivées sur les digues et les pentes qui séparent les étangs à poissons. Non seulement ces plantes fournissent de la nourriture pour les poissons, mais elles renforcent aussi les digues. L'annexe 4 donne une liste des herbes souvent utilisées. L'espèces herbivores sont la carpe herbivore (20 poissons pesant 7 g chacun), la carpe catla, la carpe rohu, la carpe mrigal, la carpe commune et la carpe argentée (4 poissons de chaque espèce pesant 7 g chacun). Ces chiffres sont basés sur des étangs de 100 m² de superficie et de 2 m de profondeur. Les poissons peuvent être nourris avec du napier par exemple. Si de l'herbe flotte à la surface après que l'on a nourri les poissons, c'est qu'ils ont assez mangé. La carpe catla, la carpe commune et la carpe argentée sont les espèces qui se développent le plus rapidement. Elles

atteignent un poids de 1 kg en six mois. Elles sont alors prêtes à être récoltées. Après la récolte des poissons à croissance rapide, on peut mettre dans l'étang des jeunes poissons si l'apport de napier est continu. On peut obtenir 40 à 60 kg de poissons sans complément de nourriture ou d'engrais. Pour cultiver suffisamment de napier pour nourrir les poissons, il faut une superficie deux fois plus grande que celle de l'étang.
L'annexe 4 donne une liste des produits souvent cultivés sur les digues des étangs pour l'alimentation des poissons.

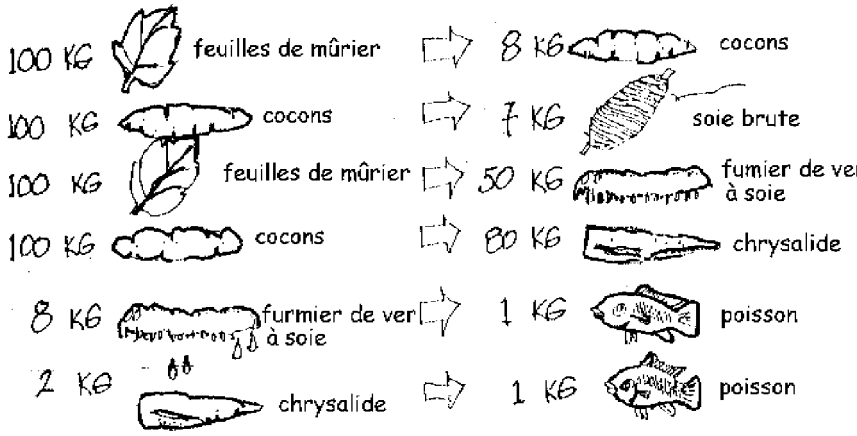


Figure 6 : Conversions alimentaires pour produits dans un système intégré poissons-mûrier-soie.

En Chine, un autre système piscicole performant intègre la culture des poissons, du mûrier et de la soie. Les mûriers sont cultivés sur les digues entre les étangs à poissons et produisent environ 370 kg de feuilles par 100 m² de digue. Les feuilles servent de nourriture aux vers à soie. 370 kg de feuilles produisent 27 kg de cocons de vers à soie. Ces cocons produisent en retour 185 kg de fumier et de peaux (après la mue des vers à soie). Le fumier de ver à soie peut être utilisé pour l'alimentation directe des poissons et pour la fertilisation de l'étang. Les cocons renferment une chrysalide (papillon) ayant une conversion alimentaire de 2 (pour une définition du terme de conversion alimen-

taire, voir paragraphe: La valeur nutritive des plantes) lorsqu'ils sont donnés directement en nourriture aux poissons. La nourriture et l'engrais provenant de la production de vers à soie donnent de bons rendements. La figure 6 donne les conversions alimentaires des différents produits du système intégré poissons-mûrier-soie. La polyculture est souvent pratiquée là où on élève ensemble différentes espèces de poissons. Les espèces comprennent la carpe herbivore (45 poissons pesant 50 g par 1 000 m²), la carpe commune (75 poissons pesant 25 g par 1 000 m²) et le carassin (195 poissons pesant 10 g par 1 000 m²). La superficie des étangs à poissons varie de 5 000 à 10 000 m² et leur profondeur est généralement de 2 à 2,5 m. On obtient des rendements de 270 kg par 1 000 m² sans complément de nourriture ou d'engrais.

3.4 Les plantes aquatiques

Les plantes aquatiques peuvent être données directement en nourriture aux poissons herbivores (carpe herbivore). Les herbivores préfèrent les plantes aquatiques tendres. Les plantes aquatiques sont aussi une bonne source de nourriture pour certains espèces omnivores. Ainsi par exemple, le barbeau argenté se développe le plus rapidement s'il est nourri avec des lentilles d'eau. Les feuilles de manioc et de belle-de-jour (figure 7) permettent au barbeau argenté de bien se développer. Les poissons plus grands consomment plus de plantes aquatiques car leur gueule est plus grande. C'est pourquoi il est bon de hacher les plantes avant de les donner aux poissons. Les plantes aquatiques peuvent aus-

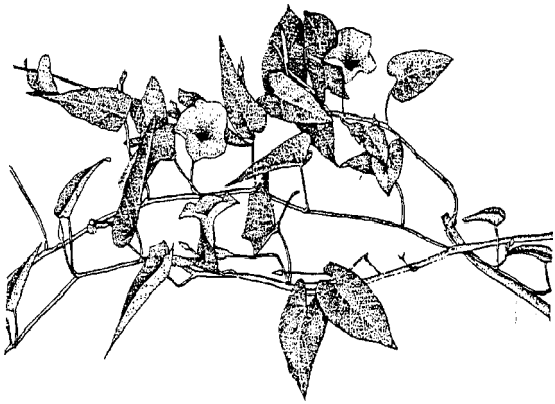


Figure 7 : Belle-de-jour en fleur (Halwart, 1995).

si être compostées pour servir à la fertilisation de l'étang. Les plantes aquatiques conviennent généralement moins bien à l'alimentation des poissons que les plantes terrestres car elles sont très riches en eau. Pour atteindre le même poids, les poissons auront donc besoin d'une quantité beaucoup plus grande de plantes aquatiques que de plantes terrestres. Toutefois, les plantes aquatiques contiennent de bons nutriments et leur qualité est moins dépendante de la saison. Les plantes aquatiques qui poussent dans une eau riche en nutriments donnent une nourriture de meilleure qualité que celles qui poussent dans une eau non fertilisée. En Chine, de nombreuses plantes aquatiques sont cultivées dans les rigoles d'irrigation et de drainage qui entourent les étangs à poissons.

L'annexe 2 donne une liste des plantes aquatiques courantes adaptées à l'alimentation des poissons. Il est fortement déconseillé de cultiver Alternanthere (figure 8) et la hyacinthe d'eau, car ces plantes peuvent créer de gros problèmes. Comme elles poussent très rapidement, elles peuvent recouvrir toute la surface de l'eau en très peu de temps. Cela détruit les conditions nécessaires à la survie des autres plantes et animaux. Elles compliquent aussi beaucoup les activités qui doivent être effectuées dans ou sur l'eau. De plus, la récolte de ces plantes dans leur milieu naturel est moins coûteuse.

Figure 8 : Althemanthere.

La lentille d'eau

Les lentilles d'eau (figure 9) flottent à la surface de l'eau et constituent une bonne nourriture pour les poissons. Leur croissance est rapide. Le nombre des plantes peut doubler en deux jours. Faites flotter sur l'eau des rondins de bambou pour empêcher le vent d'emporter toute l'herbe dans un seul coin de l'étang. Ces rondins de bambou di-

visent l'étang en parties d'environ 3 x 3 m. On plante souvent des arbres fruitiers et des légumes sur les digues de l'étang pour protéger l'herbe de la lumière solaire trop intense. Ces arbres constituent une source additionnelle de revenus. Il faut récolter la lentille d'eau toutes les semaines pour éviter qu'elle ne soit étouffée par les algues à croissance plus rapide. Mais il faut en laisser un peu pour la période de croissance suivante. La production de lentilles d'eau diminue considérablement quand la température tombe en dessous de 15-20°C. A ces basses températures, la fougère aquatique a tendance à envahir.

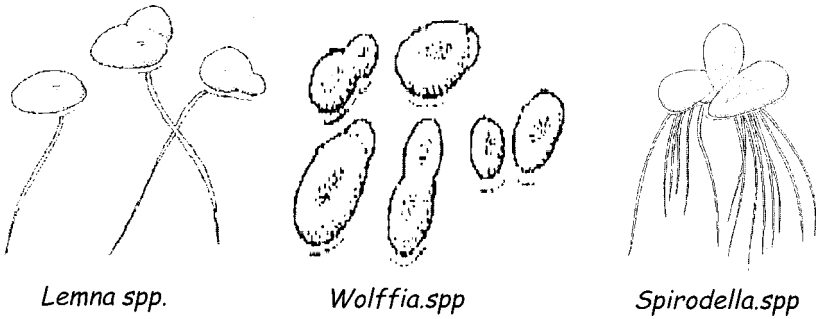


Figure 9 : Lentille d'eau.

Les lentilles d'eau sont une bonne nourriture pour plusieurs espèces de poissons. Un étang de 1 m de profondeur utilisé pour l'élevage de tilapias nourris avec des lentilles d'eau contiendra généralement 2 à 3 poissons au m². On peut utiliser les lentilles d'eau là où on élève ensemble plusieurs espèces. Dans la polyculture de carpes, on met en charge de jeunes poissons de trois espèces différentes, aux habitudes alimentaires différentes, dans un étang de 1½ à 2½ m de profondeur. La carpe herbivore (50 poissons par 100 m²) ou la carpe commune (25 poissons par 100 m²) mange les lentilles d'eau qui poussent à la surface de l'eau. La carpe argentée (50 poissons par 100 m²) ou la carpe rohu (37 par 100 m²) mangent les algues qui poussent dans l'étang. La carpe catla (37 par 100 m²) filtre le zooplancton de l'eau. La quatrième espèce cherche surtout sa nourriture au fond de l'étang: la carpe mrigal (50 par 100 m²) et la carpe commune (25 par 100 m²). Dans un étang ainsi conçu, presque toutes les sources de nourriture disponibles

sont utilisées par les différentes sortes de carpes. En 18 mois, on peut obtenir 150 kg de poisson au m².

Le châtaignier d'eau

Le châtaignier d'eau est une culture commerciale très répandue en Inde (figure 10). On peut intégrer la production de cette plante aquatique à l'élevage de la carpe commune. Les feuilles et le matériel mort tombé sur le fond de l'étang forment de la nourriture pour la carpe.

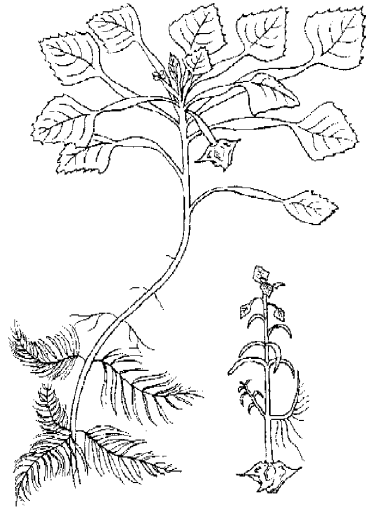


Figure 10 : Châtaignier d'eau

On plante les jeunes plants de châtaignier d'eau sur le fond de l'étang en mai ou en juin. Ils poussent dans la vase du fond de l'étang. L'étang est mis en charge en septembre ou octobre à un taux de 20 carpes communes pesant 50 g par 100 m². Les fruits du châtaignier d'eau mûrissent pendant l'hiver et sont récoltés entre novembre et janvier. On obtient des rendements de 75 à 100 kg de fruits par 100 m². En avril et mai, on peut récolter les poissons qui pèsent entre 0,75 et 1 kg, ce qui donne une production totale de 10 à 12,5 kg par m² d'étang.

La hyacinthe d'eau

La hyacinthe d'eau (figure 5) aussi être donnée en nourriture aux poissons. Pour récolter chaque année 25 kg de tilapias d'un étang de 100 m², les poissons doivent consommer chaque jour 10 kg de hyacinthes d'eau fraîches. La meilleure façon d'utiliser la hyacinthe d'eau fraîche comme nourriture est de la couper en morceaux d'environ 5 cm. Mais il est préférable de la composter. On n'a besoin alors que de 2 kg par jour. Comme la hyacinthe d'eau est une herbe sauvage rampante, il est déconseillé de la cultiver. Une surface d'eau d'environ la moitié de la

taille de l'étang contiendra assez de poissons pour une polyculture des carpes chinoises. Ce système de polyculture utilise la carpe herbivore (220 poissons ou 500 par 1 000 m²), la carpe argentée (320 poissons de 50 g par 1 000 m²), la carpe marbrée (80 poissons de 50 g par 1 000 m²) et la carpe commune (240 poissons de 50 g par 1 000 m²). La superficie des étangs varie de 5 000 à 10 000 m² et leur profondeur de 2 à 2,5 m. On peut obtenir des rendements allant jusqu'à 600 kg par 1 000 m² sans utiliser de compléments de nourriture ou d'engrais.

La fougère d'eau

La fougère d'eau vit avec une algue bleue-verte. Elle est rarement utilisée comme nourriture de poissons car sa valeur nutritionnelle est faible. Elle est moins riche en protéines que la lentille d'eau. La fougère d'eau meurt et se colore en rouge quand la température de l'eau dépasse 20°C. Là où on cultive ensemble le riz et les poissons, on utilise la fougère d'eau comme «engrais vert» en la mélangeant avec de la terre avant la transplantation des jeunes plants de riz. La fougère d'eau se décompose dans la terre et libère des nutriments qui seront utilisés par le jeune riz.

3.5 La valeur nutritive des plantes

La plupart des plantes utilisées pour l'alimentation des poissons ont une conversion alimentaire de 30 à 40. Cela signifie que le poisson doit manger 30 à 40 kg de ces plantes pour atteindre le poids de 1 kg. Si on connaît la conversion alimentaire et la quantité du matériel végétal nécessaire, on peut calculer combien il faudra de terrain pour cultiver assez de nourriture afin d'obtenir la quantité désirée de poissons.

Exemple:
Pour fournir assez de protéines à une famille de cinq personnes, il faut produire 200 kg de poissons par an. Ce chiffre indique qu'un tiers des besoins de protéines de la famille sont couverts par des produits d'origine animale. Si les poissons sont nourris avec du Napier (Herbe à éléphant) (conversion alimentaire 30), il faudra 200 x 30 = 6 000 kg d'herbe. Annexe 2 donne les chiffres de production pour les herbes:

pour le napier, c'est 300 000 kg par hectare (1 hectare = 1 000 m²). Pour récolter 200 kg de poissons, il faudra 6 000/300 000 = 0,02 hectares, ce qui fait 200 m² de terrain reservé au napier. Nous déconseillons la culture de produits spéciaux pour la nourriture de poissons. Il est préférable d'utiliser les sous-produits de végétaux déjà cultivés à la ferme ou de cultiver des produits fournissant de la nourriture aux gens ou aux animaux de la ferme et des sous-produits pour l'alimentation des poissons.

4 La rizipisciculture

4.1 Introduction

L'élevage des poissons en rizière (ou rizipisciculture) donne généralement des rendements plus bas que l'élevage en étang, mais il produit également du riz. La production de riz et celle de poissons peuvent être intégrées de nombreuses manières. On peut attraper les poissons sauvages qui sont présents dans la rizière. S'il y a peu de poissons sauvages dans la rizière, on peut y placer et y élever de jeunes poissons. On peut aussi combiner les deux espèces: on place dans la rizière des poissons assez grands (plus de 5 cm de long) et on les nourrit régulièrement. En nourrissant les poissons, il faut s'assurer que les petits poissons grandissent assez vite pour ne pas être mangés par les poissons sauvages.

La riziculture présente de nombreux avantages. En général, la présence de poissons dans une rizière augmente le rendement de riz de 10 à 15 %. En cultivant deux produits, on diminue le risque de pertes si l'un des deux vient à échouer. Le poisson est une source de protéines. Intégré à la production de riz, il améliore la sécurité alimentaire de la famille. Comme certains poissons mangent des animaux qui transmettent des maladies aux gens, leur élevage a une influence bénéfique sur la santé publique. Certaines espèces, comme la carpe commune, mangent des larves de moustique et des escargots qui transmettent des maladies. L'élevage des poissons en rizière est aussi une méthode écologique de réduction des mauvaises herbes, des insectes, des escargots et de certaines maladies du riz. C'est une solution de rechange saine et bon marché pour les pesticides chimiques dans la lutte contre les insectes et les algues. Pour que les poissons puissent survivre et se mouvoir librement, l'eau de la rizière doit avoir au moins 20 cm de profondeur.

II n'est pas toujours facile d'intégrer la production de riz et celle des poissons. L'application de pesticides pour la production rizicole peut avoir des effets nocifs sur les poissons. Les variétés de riz à grain

court ont une période de croissance courte, pas toujours assez longue pour permettre aux poissons d'atteindre l'âge adulte. De plus, comme le riz à grain court pousse dans une eau peu profonde, l'eau risque d'être trop chaude pour les poissons.

La rizipisciculture ne fournit pas forcément les deux produits simultanément. Elle peut aussi être alternée. Dans ce cas, le riz est cultivé pendant la saison humide et le poisson pendant la saison sèche. Ou inversement. Si on ne cultive pas les deux produits simultanément, les pesticides utilisés pour le riz seront moins dangereux pour les poissons. De plus, on pourra plus facilement vérifier si le niveau de l'eau est bon pour le riz comme pour les poissons. Dans les régions où la production rizicole n'est pas ren-table toute l'année, la pisciculture constitue une source de revenu pendant le reste de l'année.

4.2 L'écologie d'une rizière

La rizipisciculture fait un meilleur usage des nutriments disponibles dans la rizière. Les poissons augmentent aussi la fertilité de la rizière, en partie parce qu'ils produisent du fumier et en partie parce qu'ils remuent le sol, ce qui augmente la quantité d'oxygène et de nutriments dont le riz a besoin pour pousser.

Les rizières sont de marécages temporaires peu profonds. L'eau y est chaude et la lumière solaire y pénétre jusqu'au fond, surtout quand les plants de riz sont encore jeunes. Ces conditions favorisent la croissance rapide des algues. Les algues consomment les nutriments nécessaires aux plants de riz. Si on lâche dans la rivière des poissons mangeurs d'algues, le riz aura davantage de nutriments à sa disposition. Les espèces de tilapia (Annexe 1) sont des poissons mangeurs d'algues.

L'un des problèmes majeurs de la riziculture est la croissance rapide des mauvaises herbes. La moitié d'un rendement de riz peut être perdu par leur concurrence. L'élevage de poissons herbivores permet de résoudre ce problème. On lâche les jeunes poissons dans la rizière 2 à 3

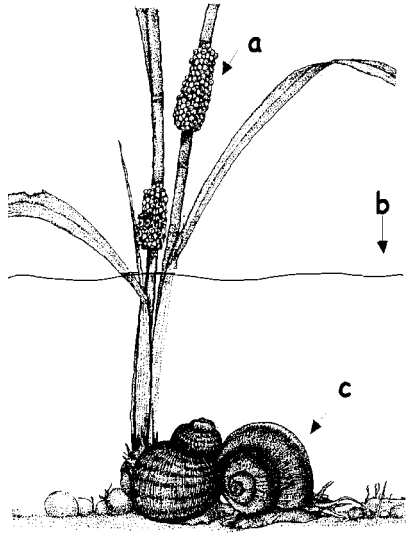
semaines après la transplantation du riz. C'est la période où la concurrence pour les nutriments entre plants de riz et mauvaises herbes est la plus forte. La carpe herbivore à une densité de 2 poissons (de plus de 15 cm de longueur) par m² permet de débarrasser complètement une rizière de ses mauvaises herbes. Ce poisson ne mange pas les plants de riz. Cependant, pour que la carpe herbivore puisse survivre, l'eau doit avoir au moins 50 cm de profondeur. Sont également efficaces contre les mauvaises herbes: le barbeau javanais, le barbeau argenté et certaines espèces de tilapia et le tilapia du Nil, tous à une densité de 3 poissons de 50 g ou plus par 100 m². Les grands poissons sont avantageux car, comme leur gueule est plus grande, ils mangent plus de mauvaises herbes que les petits. Les espèces de poissons qui se nourrissent au fond de l'étang permettent aussi de débarrasser la rizière de ses mauvaises herbes. En remuant le fond de l'étang, les poissons troublent l'eau. La lumière solaire pénètre moins dans l'étang, ce qui réduit la croissance des mauvaises herbes. La carpe commune est une très bonne mangeuse de mauvaises herbes. Il ne faut pas lâcher les poissons qui se nourrissent au fond de l'eau avant que les plants de riz aient 5 à 7 pousses, sinon ils déracineront les plants. Une combinaison de différentes espèces de poissons donne de meilleurs résultats que l'utilisation d'une seule espèce. Un exemple de bonne polyculture est la combinaison de la carpe commune et du tilapia du Nil. On réduit également la croissance des mauvaises herbes en augmentant la profondeur de l'eau.

Avant de planter le riz, on peut placer des porcs dans la rizière pour qu'ils mangent les mauvaises herbes. On utilise les races porcines locales nourries aux résidus de marché. 25 à 30 porcs par 100 m² débarrassent une rizière de ses mauvaises herbes en une journée.

Les poissons permettent de réduire le nombre des insectes dans une rizière. Parmi les insectes qui endommagent le riz, on compte les sauteurs de plantes, les perceurs de tiges, les sauteurs de feuilles et les plieurs de feuilles. Les poissons mangent non seulement les insectes , mais aussi les algues dont se nourrissent les escargots. La carpe noire, et à un degré moindre espèces de cichlid, réduisent le nombre

d'escargots dans une rizière. Les poissons doivent peser plus de 50 g et être mis en charge à une densité de 2 poissons par 100 m². Pendant les premières semaines qui suivent la transplantation, les escargots doivent être enlevés à la main car c'est la période où les plants sont le plus vulnérables. Pendant cette période, on enlève facilement les œufs d'escargots en couchant des bâtons dans les canaux de drainage (figure 11).

En Chine, en Indonésie et au Viêtnam, on lâche des canards dans les rizières pour qu'ils mangent les escargots. Il faut surveiller les canards pour qu'ils ne s'attaquent pas aux jeunes plants de riz une fois qu'ils ont mangé tous les escargots. On peut mettre des canards dans la rizière: 1) à partir de la première inondation jusqu'à la préparation du champ pour la transplantation; 2) 35 jours après la transplantation des plants de riz et 3) après la récolte du riz. 2 à 4 canards par 100 m² débarrassent une rizière de tous ses escargots en deux jours. Lâchés dans la rizière deux semaines après la transplantation du riz, la carpe commune et le tilapia du Nil mangeront les petits escargots qui restent.



a: l'escargot; b: niveau de l'eau; c: les sacs d'œufs

Figure 11 : L'escargot à pomme d'or et deux sacs d'œufs collés sur les tiges de riz (Halwart, 1995).

Une autre manière de lutter contre les escargots est d'assécher complètement la rizière pour chasser les escargots vers les endroits plus profonds où il reste de l'eau. On peut alors facilement les enlever à la main. En faisant la rizière aussi plate que possible, on réduit le nombre des futurs escargots. Le riz semé est plus facilement mangé par les escargots pendant les quatre premières

semaines qui suivent les semailles, et le riz transplanté dans les deux premières semaines qui suivent la transplantation. Si la rizière est infestée d'escargots, on peut réduire les dégâts causés au riz en semant ou en transplantant davantage. Il est bon aussi de transplanter des plants de riz moins jeunes et donc plus solides. Pour réduire le nombre des escargots, on peut cultiver un autre produit dans la rizière, brûler les tiges de riz ou laisser le champ en jachère pendant quelque temps. On obtient les meilleurs résultats si tous les riziculteurs d'une région utilisent la même méthode.

4.3 Sélection d'une rizière pour la pisciculture

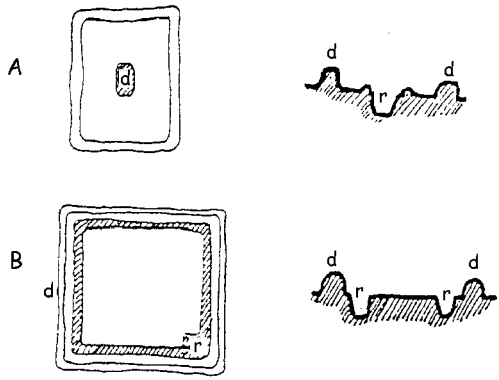
Choix du site

La rizière doit pouvoir retenir l'eau à un niveau constant pendant toute la période de culture du riz. Plus elle peut le faire longtemps, mieux elle est adaptée à la pisciculture. Les meilleurs champs sont situés juste au-dessus de la haute ligne de partage des eaux, ou sont entourés de hautes digues qui les protègent des inondations. Le meilleur niveau de production piscicole est obtenu là où l'eau a au moins 30 cm de profondeur. Peu importe que certaines parties de la rizière soient un peu moins profondes. L'imperméablité d'un champ dépend surtout du type de sol. Un sol argileux laisse passer moins d'eau qu'un sol sableux. La manière la plus facile de tester un sol est de prendre une poignée de terre et d'en faire une boule. Si on peut jeter la boule d'une main à l'autre, à une distance de 50 cm, sans qu'elle ne s'effrite, le sol retiendra bien l'eau.

On améliore la capacité de rétention de l'eau d'un sol sableux en appliquant souvent de l'engrais pendant la période de croissance du riz. L'élevage des poissons sur un sol sableux est possible, mais il faut plus de travail pour garder l'eau à un niveau constant. Si la rizière est proche de la maison, il sera plus facile de vérifier le niveau de l'eau, de nourrir les poissons et d'écarter les voleurs.

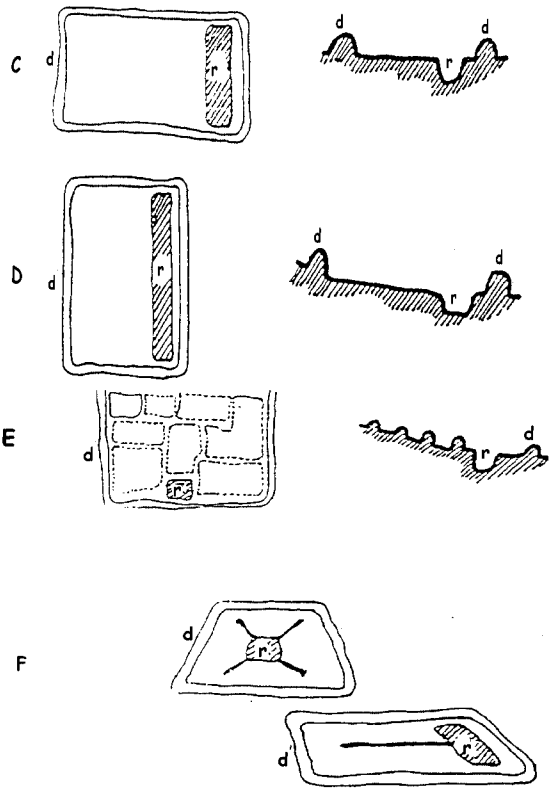
Refuges à poissons

Les poissons en rizière ont besoin d'un ou plusieurs refuges. Ce sont des endroits creux de la rizière. Il peut s'agir d'un canal plus profond, un petit étang situé dans la rizière ou à côté. Les poissons s'en servent pour se reposer ou se cacher, et le paysan pour les nourrir, contrôler leur croissance et les récolter. La forme, la taille et le nombre des refuges dépend du nombre de poissons et de l'importance donnée à la pisciculture par rapport à la riziculture. Il y a donc plusieurs combinaisons possibles de forme, de taille et du nombre des refuges, selon l'emplacement de la rizière (figure 12: A-F). Les poissons utilisent souvent comme refuge un endroit profond de la rizière ou un étang creusé en pleine rizière. Le refuge doit avoir entre 0,5 et 1 m de profondeur. Dans le nord-est de la Thaïlande, l'expérience a montré qu'il suffit de creuser un canal sur un côté d'une rizière. On utilise alors la terre excavée pour relever le niveau de la digue.



A. Accès facile pour les poissons. Le transport jusqu'à la digue de la terre excavée peut prendre beaucoup de temps.
B. Accès facile pour les poissons. Adapté aux grandes rizières plates. Le creusement peut être coûteux. Accès des champs difficile pour les buffles d'eau.

Figure 12 : Vues aériennes et coupes transversales de plusieurs refuges pour poissons (d: digue, r: refuge).



C. Adapté à un terrain plat ou en pente douce, surtout dans les champs de moins de 5 000 m.
D. Un canal creusé dans la partie la plus basse d'une rizière à sol sableux entraînera une grande perte d'eau. On améliore la situation en appliquant
E. Installation caractéristique des rizières alimentées par l'eau de pluie dans le nord-est de la Thaïlande. Petit étang dans une partie plus basse d'un système de plusieurs petites rizières. Les digues sont plus hautes dans la zone plus basse pour que l'eau puisse rester dans les rizières.
F. Canaux étroits et peu profonds permettant aux poissons d'atteindre plus facilement le refuge. Ne plantez pas de riz dans les canaux.

Figure 13 : Vues aériennes et coupes transversales de plusieurs refuges pour poissons (d: digue, r: refuge).

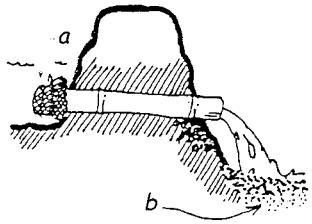
La décision de construire un refuge et les dimensions à lui donner dépendent de l'importance donnée à la pisciculture par rapport à la riziculture, ainsi que de la quantité de main-d'œuvre disponible, de l'emplacement et de la taille de la rizière et du type de sol. Un canal étroit se dégradera rapidement dans un sol sableux, mais pas dans un sol argileux. Dans un sol sableux, la largeur d'un canal doit être trois fois sa profondeur. La construction d'un refuge n'est pas nécessaire si la rizière est bien irriguée et si l'eau a au moins 30 cm de profondeur.

Arrivée et sortie de l'eau

Toute rizière a généralement besoin d'une sortie d'eau pour éviter l'inondation et l'endommagement des digues. Pour éviter que les poissons ne s'échappent, on place un écran fin sur l'extrémité extérieure du tuyau d'arrivée (d'alimentation) et sur l'extrémité intérieure d'un tuyau de sortie (de déversement). Ces écrans facilitent également l'enlèvement des escargots qui se collent sur les canaux d'irrigation. Les écrans sont faits d'un morceau de métal perforé ou d'une fine tulle de nylon (figure 14A). Les tuyaux d'alimentation et de déversement sont faits en bambou ou en bois. Très souvent, l'alimentation et le déversement de l'eau se font par un trou dans la digue, protégé par un écran en bambou, ou en tout autre matériel (figure 14B). Les paysans des régions humides du nord-est de la Thaïlande utilisent un «li». C'est un filet cylindrique en bambou qui sert à attraper les poissons sauvages qui entrent dans la rizière (figure 14C). On peut relâcher dans la rizière les petits poissons, mais pas les gros. La figure 14D montre une sortie d'eau simple. La profondeur de la sortie dépend de la profondeur d'eau donnant la meilleure production de riz. La taille de la sortie est faite en fonction des circonstances pratiques, mais il vaut mieux qu'elle soit trop petite que trop grande.

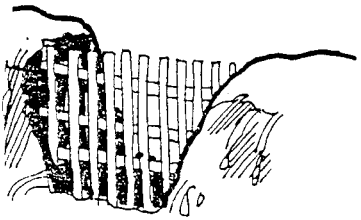
Le système de rizipisciculture intégrée le plus efficace est celui où les deux composantes peuvent être effectuées séparément, au cas où les circonstances l'exigent. Par exemple, au moment de la récolte du riz on peut baisser le niveau d'eau par le tuyau d'écoulement. Les poissons sont attirés vers l'étang et peuvent survivre, pour être récoltés plus tard. En période de grande sécheresse, on peut se limiter à une

seule culture pendant cette saison-là. Ainsi, on augmente la chance d'avoir au moins une récolte, au lieu de perdre le tout par manque d'eau (figure 15).

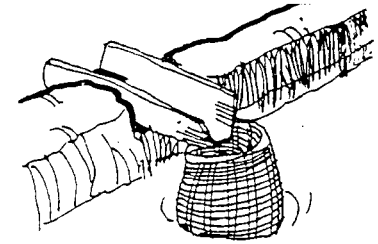


A. Tuyau d'alimentation en bambou avec un filet comme écran.

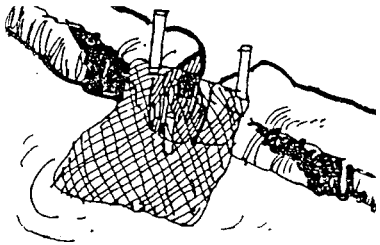
a: filet servant d'écran
b: cailloux ou petites pierres pour retenir la terre



B. Écran en bambou.

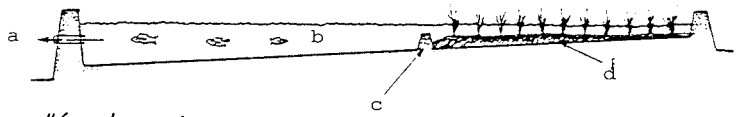


C. Tuyau d'alimentation fait d'un morceau de bois creux, avec un panier ou un filet de pêche comme écran.



D. Trou creusé dans la digue pour le déversement de l'eau, avec un filet de protection.

Figure 14 : Exemples de tuyaux de déversement, d'alimentation et d'écrans.



a: tuyau d'écoulement
b: partie profonde du champ: étang à poissons
c: diguette pour séparer la rizière de l'étang à poissons
d: partie peu profonde du champ: la rizière

Figure 15 : Coupe transversale d'un système de rizipisciculture dont on peut séparer les composantes (Noble & Rashidi, 1990).

Préparation de la rizière

Directives pour adapter une rizière à la pisciculture (figure 16-figure 22):

figure 16 : Creusez un refuge à poissons, un canal ou une zone plus profonde dans la rizière avant le début de la saison des pluies. Creusez un canal de 1 m de large et 0,5 m de profondeur, en fonction du nombre de poissons à mettre en charge. En règle générale, le canal doit prendre un dixième de la superficie de la rizière, mais ce sont les circonstances pratiques qui détermineront exactement sa taille. Séparez le refuge du reste de la rizière en construisant une petite digue.

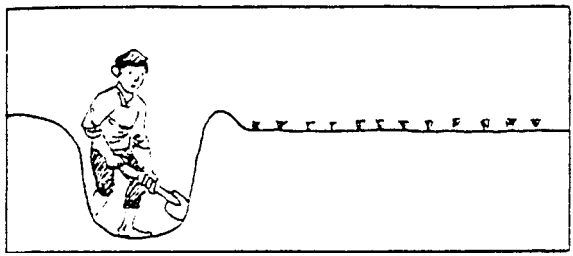


Figure 16 : Préparation d'une rizière pour la pisciculture (Fermin, 1992).

figure 17: Quand le refuge est suffisamment rempli d'eau de pluie ou de l'eau du canal d'irrigation, fertilisez-le avec du fumier de volaille, de porc ou de vache. En général, 100 g par m² fournissent assez de nourriture naturelle pour les poissons (Chapitre 5).

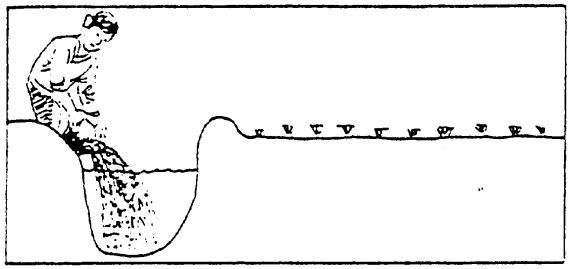


Figure 17 : Préparation d'une rizière pour la pisciculture (Fermin, 1992).

figure 18 : Lâchez les poissons (d'au moins 7 cm de longueur) une quinzaine de jours après l'application de l'engrais. Une bonne combinaison est très souvent un mélange de tilapias du Nil, de barbeaux argentés et de carpes communes à une densité de 25 poissons par 100 m².

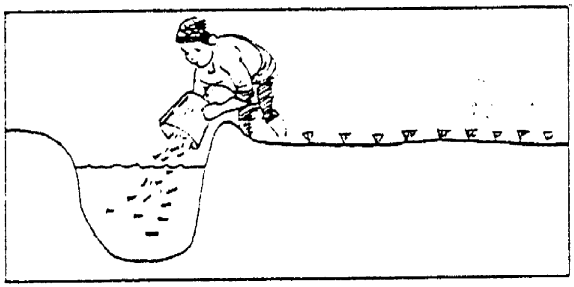


Figure 18 : Préparation d'une rizière pour la pisciculture (Fermin, 1992).

figure 19: Au début des pluies, labourez et hersez la rizière. Fertilisez-la ensuite avec du fumier animal ou de l'engrais vert comme la fougère d'eau (Paragraphe 3.4: Les plantes aquatiques). Enlevez les escargots à la main ou mettez des canards dans la rizière pour qu'ils les mangent. Vous pouvez aussi y mettre des porcs pour qu'ils mangent les mauvaises herbes aquatiques (Paragraphe 4.2: L'écologie d'une rizière).

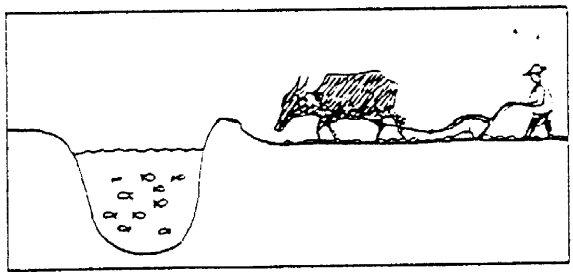


Figure 19 : Préparation d'une rizière pour la pisciculture (Fermin, 1992).

figure 20 : Une fois le sol nivelé, transplantez les jeunes plants de riz d'un semis à la rizière. Pour la transplantation, l'eau de la rizière doit alors avoir au moins 3 cm de profondeur.

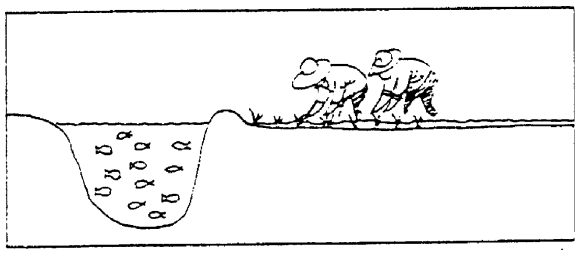


Figure 20 : Préparation d'une rizière pour la pisciculture (Fermin, 1992).

Figure 21 : Deux ou trois semaines après la transplantation des plants de riz, brisez la digue qui sépare la rizière du refuge pour que les poissons puissent entrer dans la rizière. Assurez-vous que la profondeur de l'eau dans la rizière soit de 20 cm et qu'elle atteigne progressivement 30 cm au moment où le riz commence à étaler ses stolons.

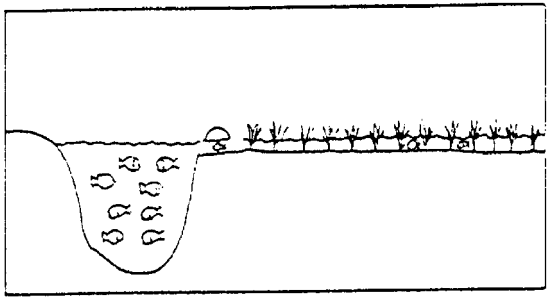


Figure 21 : Préparation d'une rizière pour la pisciculture (Fermin, 1992).

Figure 22 : Une fois le riz récolté, attrapez les gros poissons qui se trouvent dans le refuge. Si les poissons sont trop petits pour la vente, nourrissez-les régulièrement jusqu'à ce qu'ils atteignent la taille voulue.

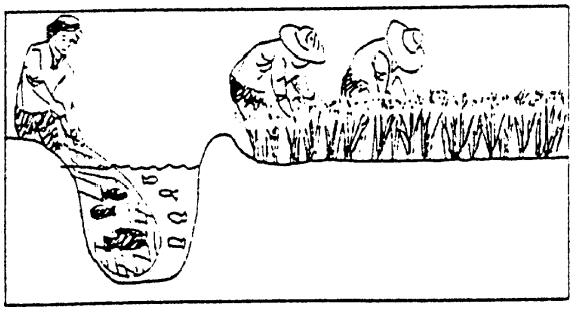


Figure 22 : Préparation d'une rizière pour la pisciculture (Fermin, 1992).

4.4 Choix des espèces

Les espèces de poissons qui entrent naturellement dans les rizières sont souvent des prédateurs, comme la tête de serpent, les poissons-chats et la perche grimpeuse. On attrape parfois les poissons sauvages pour l'élevage car ils ont un meilleur goût et se vendent plus cher. Dans les régions où on cultive des variétés de riz traditionnelles, les poissons sauvages attrapés dans les rizières constituent une importante source de protéines. Si on lâche dans la rizière et si on alimente des poissons de plus de 7 cm de longueur, ils seront trop grands pour être mangés par les poissons sauvages. Ainsi, on pourra récolter des poissons sauvages et des poissons cultivés. On ne lâchera des petits poissons que là où il y a très peu de poissons sauvages qui risquent de les manger.

Les rizières sont des marécages temporaires peu profonds. L'eau peut y être boueuse et manquer d'oxygène. La température de l'eau est très variable et peut atteindre 30 à 35°C. Les poissons élevés en rizière doivent pouvoir résister à ces conditions. Les poissons à croissance rapide conviennent bien car la période de croissance du riz est souvent courte. Les rizières sont idéales pour l'élevage collectif de plusieurs espèces de poissons (polyculture) car elles contiennent un grand nombre de sources alimentaires différentes. Les espèces de poissons les plus souvent élevées en rizière sont la carpe commune, le barbeau argenté et le tilapia du Nil. Le barbeau argenté est de plus en plus populaire en Asie du sud-est, car il est omnivore (se nourrit de plantes et d'animaux) et il se vend bien. Cependant, il est très sensible aux manques d'oxygène. Son taux de croissance est également moins sensible aux fortes doses d'engrais appliqué pour le riz que les autres espèces de poissons comme le tilapia du Nil.

Aucune combinaison d'espèces de poissons ne fonctionne bien partout, car chaque endroit présente des conditions particulières. Les gros poissons sont plus chers à l'achat que les petits, mais ils risquent moins d'être mangés par les prédateurs. Nous recommandons aux paysans qui élèvent des poissons pour la première fois, et à ceux qui vont commencer l'alimentation de leurs poissons, de commencer avec

au maximum 30 poissons de 7 cm de longueur par 100 m². Une combinaison courante en Thaïlande consiste en 120 carpes communes, 120 barbeaux argentés et 60 tilapias du Nil par m². En Chine, on combine souvent la carpe herbivore, la carpe commune et le carassin. Une combinaison de 50 carpes herbivores, 30 carpes communes et 20 carassins peut donner un rendement de 90 kg de riz par 100 m² de rizière. Une combinaison de 50 carpes herbivores, 30 carpes communes et 20 carassins donne la meilleure récolte (20 kg par 100 m² de rizière).

C'est le prix du riz et celui des poissons qui détermineront la meilleure combinaison des deux produits. L'annexe 6 donne un aperçu des différentes combinaisons possibles, des densités de mise en charge et des rendements pour plusieurs systèmes de rizipisciculture. Rappelons que les poissons doivent avoir au moins 7 cm de longueur au moment de la mise en charge (figure 23).

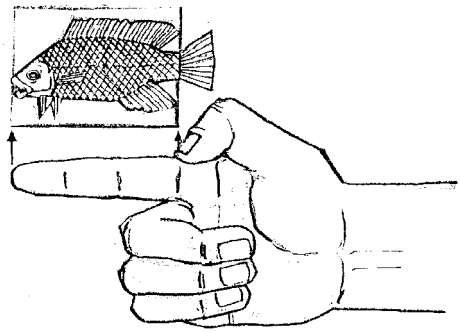


Figure 23 : Longueur minimale des jeunes poissons pour l'élevage en rizière.

Il est toujours préférable d'élever une combinaison d'espèces de poissons au lieu d'une seule. Différentes espèces mangent différents types de nourriture, ce qui donne des rendements plus élevés. Un certain nombre de facteurs déterminent les espèces les mieux adaptées:

- Disponibilité.
  Le paysan est toujours dépendant des poissons disponibles localement.

- Préférence.
  Une famille préfère généralement telle ou telle espèce. De nombreux paysans choisissent des gros poissons car ils ont plus de chances de survivre. D'autres choisissent des poissons plus petits parce qu'ils sont moins chers. Une famille aux ressources financiaires limitées doit souvent choisir entre un petit nombre de grands poissons et un grand nombre de petits.

- Préférences alimentaires des différentes espèces.
  Tilapia: c'est un poisson résistant qui vit bien dans une eau de basse qualité, et qui se reproduit facilement. Leur taux de reproduction élevé permet au paysan d'élever quelques grands poissons pendant toute l'année, ce qui lui fournira des jeunes poissons qu'il n'aura pas à acheter. Un inconvénient est que la rizière peut rapidement être trop pleine de jeunes tilapias car ils se reproduisent très vite. Dans ce cas, les poissons ne peuvent pas bien se développer.
  Carpes chinoises et carpes indiennes: grandit difficilement dans les rizières alimentées par l'eau de pluie, car le niveau de l'eau varie trop. Ces espèces se développent mieux là où l'eau a au moins 50 cm de profondeur (riziculture en eau profonde en Inde).
  Barbeau argenté: survit bien dans les rizières. Cette espèce est plus sensible à la qualité de l'eau et se développe moins bien que la carpe commune et le tilapia dans une eau peu profonde (moins de 10 cm de profondeur), dans les rizières alimentées à l'eau de pluie là où la profondeur varie.
  Snakeskin gourami: se développe bien dans les rizières alimentées par l'eau de pluie. La rizière doit être remplie de poissons reproducteurs, et non de jeunes. On pourra ainsi récolter des jeunes poissons et les vendre.

Les rizières trop envasées pour la culture du riz peuvent être utilisées pour la production piscicole. Snakeskin gourami, les espèces de tilapia comme le tilapia du Mozambique ou javanais et le Zill's tilapia, sont des exemples de poissons pouvant être élevées dans une eau saumâtre.

4.5 La mise en charge des poissons

Les poissons achetés doivent être lâchés dans la rizière le plus tôt possible. Le conteneur où se trouvent les poissons doit être manipulé avec beaucoup de précautions et gardé à l'abri de la lumière solaire directe. Une grande différence entre la température de l'eau du conteneur et de celle de la rizière peut être fatale aux poissons. Le mieux est de mélanger graduellement de petites quantités d'eau de la rizière à l'eau du conteneur pour permettre aux poissons de s'habituer à la nouvelle température. Quand la température de l'eau du conteneur est la même que celle de l'eau de la rizière, on peut transférer les poissons dans la rizière. Le meilleur moment pour cela est tôt dans la matinée ou tard dans l'après-midi, lorsque la température de l'eau est la plus basse.

Les poissons de moins de 5 cm sont généralement lâchés une semaine après la transplantation du riz. Les poissons de plus de 5 cm de longueur sont généralement lâchés deux semaines après la transplantation du riz. Si le riz est semé directement dans le champ, il faudra attendre plus longtemps avant de lâcher les poissons car les plants de riz sont plus fragiles.
Plus les poissons sont lâchés tôt, plus la période disponible pour l'élevage sera longue et plus la production piscicole sera élevée. De plus, il y a moins de prédateurs tôt dans la saison et plus les poissons sont grands, moins ils seront la proie des prédateurs. Cependant, il doit y avoir suffisamment d'eau dans la rizière pour pouvoir lâcher les poissons en toute sécurité. Si on lâche des grands poissons, il faut s'assurer que les plants de riz ont déjà 2 ou 3 pousses pour qu'ils ne soient pas endommagés.

Dans une rizière alimentée par l'eau de pluie, on peut lâcher des petits poissons avant la plantation du riz. Ils grandiront dans le refuge jusqu'à la plantation du riz. La variété de riz influence aussi le moment où on peut lâcher les poissons. Les variétés traditionnelles à grain long sont souvent plus résistantes que les variétés modernes à grain court et résistent mieux à l'activité des poissons. Dans des rizières où on cultive des variétés traditionelles à grain long, on peut lâcher les poissons plus tôt.

4.6 Fertilisation et alimentation

La fertilisation d'une rizière augmente la production de poissons et de riz. Une semaine avant de planter le riz, répandez sur le fond de la rizière 2 à 5 kg de fougères d'eau fraîches Azolla par 100 m². L'Azolla peut être cultivée ou récoltée dans la nature. On peut aussi utiliser du fumier frais ou du compost, en fonction de ce qui est disponible. Un ajout de 3 kg de fumier par 100 m² par semaine augmente considérablement la quantité de nourriture naturelle dans l'eau.

Il est recommandé de nourrir les poissons de partir de la moitié de la période de culture du riz, car à ce stade les plants de riz auront assez poussé pour empêcher la lumière solaire de pénétrer dans l'eau. L'alimentation ne se fait généralement que là où on a lâché beaucoup de poissons (plus de 50 poissons par 100 m²) et elle augmentera le rendement. On peut donner aux poissons de la paille de riz ou des graines de colza. Les vers de terre sont aussi une source de nourriture pour les poissons. On les ramasse dans la rizière pendant la saison des pluies. On peut élever des vers de terre dans le fumier animal ou le compost. On peut attraper les poissons une semaine avant la récolte du riz en faisant baisser doucement le niveau de l'eau dans la rizière de façon que les poissons nagent dans le refuge. Si les poissons ne sont pas assez gros pour être mangés ou vendus, on les laissera dans la rizière après la récolte du riz. Selon la quantité de poissons présents, on peut soit les garder dans le refuge, soit inonder à nouveau une partie de la rizière.

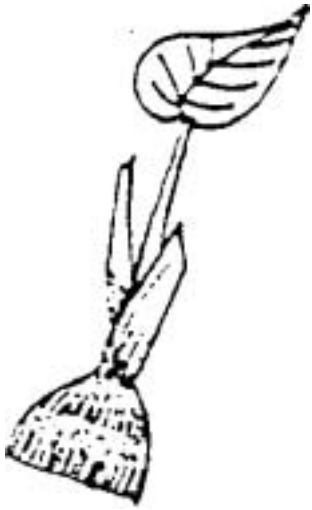


Figure 24 : Oreille d'elephant/taro taillée, prête à être plantée.

La plante aquatique Oreille d'éléphant ou taro peut servir de nourriture pour les poissons. On cultive cette plante sur les digues qui entourent la rizière. Toutes les parties de la plante sont utilisables pour

l'alimentation des gens, des poissons et des porcs. Utilisez des pousses sauvages pour commencer la culture. Coupez les vieilles feuilles et laissez juste les jeunes feuilles et les pousses. Coupez la moitié de la racine ou tubercule (figure 24) et plantez-la à 5-10 cm en dessous du niveau de l'eau de la rizière (figure 25). Les plantes doivent être espacées de 60 cm.

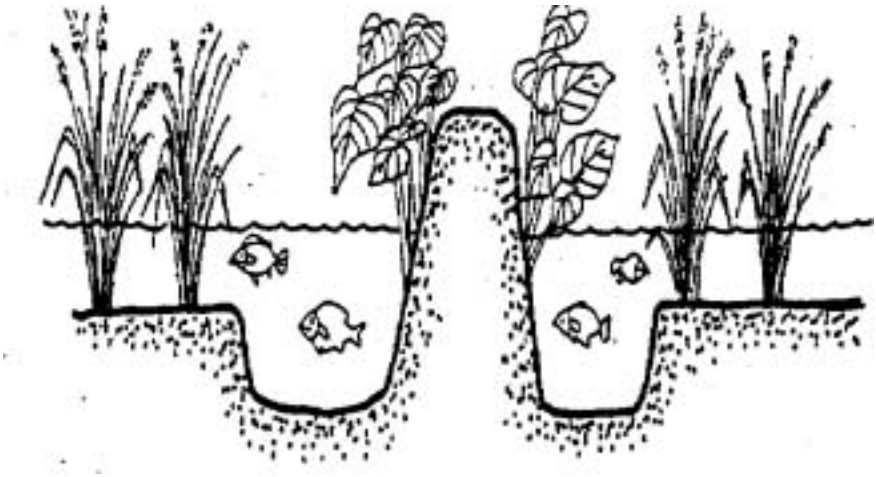


Figure 25 : Oreille d'éléphant/taro plantée sur la digue d'un étang à poissons.

Les premières plantes se récoltent après 4 ou 5 mois. Différentes plantes aquatiques sont utilisables pour l'alimentation des poissons (Chapitre 3), et le barbeau argenté mange presque toutes les sortes de matériel végétal.

4.7 Rendements de poissons

Les poissons sauvages se développent plus lentement que les poissons cultivés et le nombre de poissons sauvages dans un étang dépend de l'environnement naturel. Par conséquent, la production piscicole basée sur des poissons sauvages aura des rendements plus bas que celle basée sur des poissons cultivés. Un rendement maximum de 2 kg par

100 m² par an (Annexe 5). On peut encore augmenter les niveaux de production en alimentant les poissons, en appliquant de l'engrais sur le fond de la rizière et en lâchant ensemble plusieurs espèces.

Les variétés traditionnelles de riz sont plus grandes que les variétés modernes, c'est-à-dire qu'elles poussent mieux dans une eau plus profonde. Une eau plus profonde donnera aussi une plus grande production piscicole. Les variétés traditionnelles ont aussi une période de maturation plus longue, ce qui laisse aux poissons plus de temps pour se développer. Dans certaines régions de l'Inde, les rendements obtenus vont jusqu'à 15 kg de poissons par 100 m² par an, là où les poissons sont alimentés (Annexe 5).

4.8 Autres systèmes de rizipisciculture

Il existe différentes manières de combiner la rizipisciculture à l'élevage d'animaux de ferme (Chapitre 5).

En Thaïlande, on pratique un système intégré de porcs, de riz et de poissons. L'étang à poissons est situé à côté de la rizière. Pendant la saison des pluies, on fertilise la rizière avec l'eau contenant du fumier de porc de l'étang à poissons. On utilise l'eau de l'étang pendant la saison sèche pour irriguer les légumes ou les plants de riz dans la rizière.

En Chine et en Indonésie, on combine la culture du riz, à l'élevage de canards et de poissons. Les canards sont nourris le soir avec du riz. Les canards mangent aussi les insectes et les escargots des rizières, ce qui permet de ne pas avoir à acheter des pesticides chimiques coûteux. L'eau de la rizière a de 10 à 15 cm de profondeur. Les plants de riz sont plantés à 25 cm de distance pour permettre aux canards de nager librement autour. Une rizière de 100 m² peut faire vivre 30 canards lâchés à l'âge de 7 à 10 jours. Le fumier des canards et des poissons fertilise la rizière, ce qui permet de ne pas avoir à acheter d'engrais artificiel. Les canards élevés dans les rizières se développent plus vite que les canards élevés sur terre. Ils atteignent un poids d'environ 1 kg

en six semaines. Ils doivent alors être enlevés de la rizière s'ils ne mangent plus d'insectes et commencent à manger les plants de riz.

En Indonésie, on cultive des arbres sur les digues qui entourent les rizières et les étangs à poissons. On plante les arbres Sesbania à des intervalles de 40 cm sur les digues. Sur une période de trois ans, on récolte les produits suivants: les feuilles et les fleurs pour la consommation humaine et l'alimentation animale, les grandes branches pour le bois de chauffage et pour l'ombre qu'elles fournissent aux gens et aux animaux. Au Bangladesh, on plante des arbres sur les digues des rizières pour le bois de chauffage. Les espèces utilisées comprennent Eucalyptus camldulensis, Swietenia crophylly et bois de rose, gombo (okra), courge torchon, calebassier (courge cireuse) et papayer.

5 Production animale intégrée à la pisciculture

5.1 Le fumier animal

On peut ajouter à l'étang du fumier animal frais ou conservé. L'engrais ne doit pas être conservé trop longtemps avant d'être appliqué car ses qualités diminuent avec le temps. Le fumier peut contenir des bactéries ou des vers nocifs pour les êtres humains, et qui peuvent aussi contaminer les poissons. Les gens qui mangent du poisson malsain peuvent tomber malades. On résout ce problème en nettoyant bien les poissons et en les faisant cuire longtemps. Il est fortement déconseillé d'utiliser des excréments humains comme engrais pour l'étang à poissons car une maladie peut toucher les poissons et ensuite les gens qui les mangent. Si le poisson a un goût très fort, il est bon d'arrêter la fertilisation deux jours avant la récolte ou de transférer les poissons dans des conteneurs d'eau fraîche quelques jours avant la récolte.

Le choix des animaux à élever pour faire de l'engrais à poissons dépend de plusieurs facteurs, notamment des coutumes et de l'économie locales (préférences de marché). La quantité et la qualité de l'engrais produit dépend de l'âge de l'animal et de la qualité de la nourriture qu'il reçoit. Une nourriture de mauvaise qualité produit un fumier de mauvaise qualité et une nourriture de bonne qualité produit un fumier de bonne qualité. La production moyenne annuelle d'un animal adulte (kg de fumier frais par an) varie : c'est la vache qui en produit le plus (de 6 000 kg à 9 000 kg), suivie par le porc (de 3 000 à 4 000 kg); c'est la volaille et le canard qui en produisent le moins (50 kg). Cependant, le taux de matières sèches est beaucoup plus élevé dans le fumier sec de volaille et de canard (30-50 %) que dans le fumier sec de porc (20-30 %) et de vache (15-20 %). La meilleure composition nutritionnelle (azote, phosphore et potassium) est celle du fumier de volaille, suivie en ordre dégradant par le fumier de canard, de porc et de vache.

En général, la meilleure (optimale) quantité d'engrais (Chapitre 2) est de 1 kg de fumier sec par 100 m² par jour, pour un étang à poissons contenant le nombre optimal de poissons (2 poissons pesant plus de 50 g par m²). Grâce à cette quantité de fumier, la quantité de poissons récoltés augmente proportionnellement à la densité de poissons. S'il y a plus de 2 poissons par m^2, la quantité de poissons récoltés augmente peu. On peut aussi appliquer moins de fumier que la quantité indiquée si cela suffit pour produire davantage de nourriture naturelle. Si on en ajoute plus, la qualité de l'eau sera encore plus mauvaise et les poissons ne se développeront pas suffisamment. Si l'étang reçoit d'autres types d'engrais avec le fumier animal, la quantité totale appliquée doit être réduite en conséquence. L'application optimale de 1 kg d'engrais sec par 100 m² par jour équivaut à 2,5 kg de fumier frais de volaille ou de canard, à 4 kg de fumier frais de porc ou à 6 kg de fumier frais de vache.

Un système intégré de pisciculture à petite échelle qui utilise le fumier animal comme engrais produira souvent des rendements suffisants pour nourrir la famille. Un exemple en Thaïlande montre qu'une ferme avec 30 canards par 200 m² obtenait des rendements de 110 à 290 kg de poissons par an. Une moyenne de 180 kg de fumier pour un étang de 200 m² suffit pour nourrir 5 personnes pendant un an. Ces chiffres sont basés sur l'hypothèse qu'un tiers des besoins totaux de protéines sont satisfaits par des produits animaux.

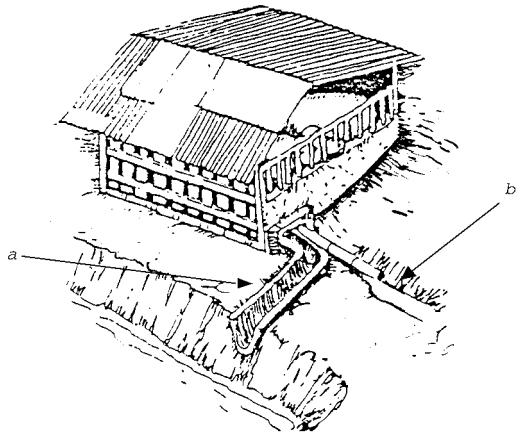
5.2 La pisciculture intégrée à l'élevage de porcs

Les densités de mise en charge données ci-dessous valent pour un étang de taille standard de 100 m² (par ex. 10 m x 10 m), pour des poissons lâchés quand ils mesurent 10 cm.

Le logement des porcs

En général, les porcs ont besoin d'un sol d'une superficie de 1 à 1,5 m² par porc. Il y a deux moyens de loger des porcs en combinaison avec les poissons (figure 26). Le plus courant est de construire les en-

clos sur les rives de l'étang. On creuse les canaux de drainage de façon que le fumier de porc puisse être lavé avec l'eau dans l'étang. Un enclos à sol dur permet de perdre moins de fumier. Construisez le sol en pente dans la direction de l'étang pour faciliter le lavage du fumier dans l'étang. On peut toujours au besoin appliquer le surplus de fumier à un autre étang.



a: canal de vidange pour amener le fumier dans l'étang
b: second canal de vidange contre l'inondation ou pour quand le canal de vidange est bouché

Figure 26 : Construction d'un enclos à porcs pour la pisciculture intégrée.

Dans certains cas, on construit les enclos au-dessus des étangs. Ils sont en bois, construits sur pilotis avec un sol à claire-voie pour que le fumier puisse tomber dans l'étang. Si l'étang est petit, on construit l'enclos du côté du vent, pour que le vent répande le fumier sur l'étang. Si l'étang est grand, il est bon de construire des enclos à plusieurs endroits au-dessus de l'étang.

La construction d'enclos au-dessus de l'étang présente certains inconvénients. Au dessus de l'étang, c'est souvent humide et ouvert aux courants d'air, ce qui provoque des troubles respiratoires chez les

porcs. N'utilisez pas de détergents pour nettoyer l'enclos car ils pollueraient l'étang. Pour plus d'informations sur l'élevage des porcs, voir Agrodok no.1: «Elevage de porcs sous les tropiques».

Cycles de production

La période nécessaire pour la croissance des porcs de 20 kg à 100 kg est d'environ 6 mois. Pendant cette période, ils fourniront du fumier. Ce laps de temps suffit à l'élevage de la plupart des espèces de poissons. Les tilapias prennent environ 3 mois pour atteindre leur taille de marché (150 g), c'est-à-dire qu'on peut élever deux lots de tilapias pour un porc. Pendant les 60 premiers jours, ils produisent environ 1,5 kg de fumier par jour. Un porc âgé de 60 à 220 jours produit environ 3 kg par jour. La conversion alimentaire moyenne du fumier de porc est de 25, c'est-à-dire qu'il faut 25 kg de fumier de porc pour produire 1 kg de poissons. Pendant leur croissance, les poissons ont aussi besoin de davantage de nourriture. Si le cycle de production des poissons est de la même longueur que celui des porcs, les besoins de nourriture des poissons augmentent environ à la même vitesse que la quantité de fumier produit. Quand deux lots de poissons sont produits dans un seul cycle de porc, il faut contrôler la quantité de fumier qui tombe dans l'eau de l'étang. Au début du second cycle de poissons, les porcs auront atteint l'âge de 3 mois et produiront trop de fumier pour les petits poissons. Le surplus de fumier qui n'est pas mis dans l'étang peut être appliqué aux cultures ou transformé en compost.

Choix des espèces et densités de mise en charge

En Asie, l'espèce la plus souvent élevée avec des porcs est le tilapia du Nil. On lâche entre 250 et 300 poissons par 100 m². La polyculture de différentes espèces de carpes indiennes se fait dans les proportions suivantes: 32 carpes catla, 24 carpes rohu et 24 carpes mrigal par 100 m² d'étang. Un autre système de polyculture utilise les carpes indiennes et chinoises: 16 carpes catla, 16 carpes rohu, 12 carpes mrigal, 16 carpes argentées, 9 carpes herbivores et 12 carpes communes par 100 m². En élevant des espèces moins sensibles aux manques d'oxygène, telles que le poisson-chat, on obtient des densités allant jusqu'à 300 poissons par 100 m². Le poisson-chat peut être mis en charge à des

densités plus élevées car il utilise l'oxygène de l'air et celui de l'eau. Si on dispose d'autres sous-produits pour l'alimentation des poissons, on aura besoin de moins de porcs.

Rendements

On peut élever 1 à 4 porcs par 100 m² d'étang. Dans un système où la production porcine est intégrée à la pisciculture (1 à 2 poissons par m²), on peut obtenir un rendement de 20 à 50 kg par 100 m² dans une période de six mois. L'élevage d'une combinaison de carpes indiennes et chinoises, comme décrit plus haut, peut donner des rendements de 30 à 40 kg en six mois et jusqu'à 60 kg par 100 m² en 10 ou 12 mois. Le poisson-chat à raies argentées (à une densité de 4 poissons par m²) peut donner des rendements allant jusqu'à 150 kg par 100 m².

5.3 La pisciculture intégrée à l'élevage de poules

De nombreux petits paysans sous les tropiques élèvent des poules. Les poules ne sont pas chères à l'achat et leur alimentation est bon marché. De plus, elles produisent des œufs, des plumes et de la viande. On élève les poules pour leurs œufs (pondeuses) ou pour leur chair (poussins). Riche en nutriments, le fumier de poule est une très bonne nourriture pour les poissons.

On peut élever avec les poissons non seulement des poules, mais aussi des dindes et autres volailles. Comme les poules sont plus sensibles aux maladies que les canards ou les oies, il est bon de les vacciner.

Le logement des poules

En général, une poule a besoin d'un m² de superficie de sol. La plupart des poulaillers sont construits sur terre. Ils sont en bois ou en bambou. On ramasse le fumier régulièrement et on le répand, frais ou sec, sur l'étang. En Asie du sud-est, les poulaillers sont souvent construits au-dessus de l'étang à poissons. Les trous faits dans le sol doivent être assez grands pour permettre au fumier de tomber dans l'étang. Un

poulailler bien construit est ouvert, bien aéré, mais ne laisse pas passer l'eau (figure 27).

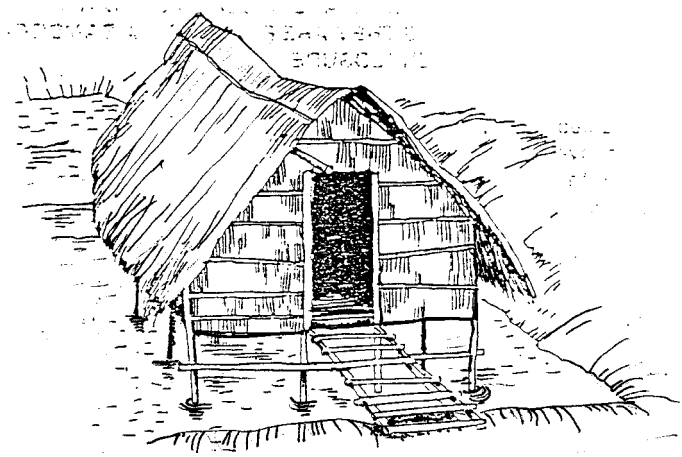


Figure 27 : Exemple de poulailler construit au-dessus d'un étang à poissons.

Cycles de production

Les pondeuses commencent à pondre des œufs à l'âge de 22 semaines. En général, elles produisent jusqu'à l'âge d'un an. Pendant cette période, elles pondent entre 250 et 280 œufs. Après la période de ponte, les poules pondent moins d'œufs et généralement on les abat pour leur chair. Les poussins élevés pour leur chair grandissent rapidement. La vitesse à laquelle ils se développent dépend de leur alimentation, mais en général ces poules atteignent un poids final de 1 à 1,5 kg en une période de deux mois.

Pour un cycle de poissons de six mois, on peut élever trois lots de poussins. Pour assurer que la quantité de fumier appliquée à l'étang ne varie pas trop, il est bon d'élever ensemble des poussins de différents âges. Si on élève des poules pondeuses, on peut élever deux lots de poissons pendant la période de ponte d'un des deux lots de poules. Pour plus d'informations sur l'élevage des volailles, voir Agrodok no.4: «L'aviculture à petite échelle sous les tropiques».

Choix des espèces et densités de mise en charge

On élève souvent une combinaison de plusieurs espèces de carpes dans un étang de 100 m² dans les proportions suivantes: 40 poissons qui se nourrissent à la surface (par ex. carpe catla et carpe argentée), 20 carpes rohu, 30 poissons qui se nourrissent dans le fond (carpe mrigal et carpe commune) et 10 carpes herbivores. Le nombre maximal de poules pouvant être élevées est de 10 par 100 m² d'étang si on élève des carpes sensibles au taux d'oxygène. Si on élève des tilapias (moins sensibles au taux d'oxygène) à une densité de 2 poissons par m², on peut élever jusqu'à 50 poules par 100 m². Si on élève des poissons-chats (à une densité de 4 poissons par m², on pourra élever jusqu'à 120 poules par 100 m² d'étang. Les poissons-chats s'accommodent d'une eau contenant très peu d'oxygène.

Rendements

La combinaison de plusieurs espèces de carpes décrite plus haut donnera les premiers poissons pour la vente après 6 ou 7 mois. La production totale peut aller jusqu'à 60 kg par 100 m² d'étang à poissons. 4 ou 5 poussins par 100 m² suffisent pour obtenir 25 kg de tilapias du Nil et de carpes en 6 mois, sans supplément alimentaire. Une combinaison de tilapias et de poissons-chats (2 poissons par m²) avec 50 poules par 100 m² peut donner des rendements allant jusqu'à 75 kg de poissons.

5.4 La pisciculture intégrée à l'élevage de canards et d'oies

Tout comme les poules, les canards et les oies sont des animaux très utiles au petit paysan. Le fumier de canard et d'oie est riche en nutriments et convient bien à l'alimentation des poissons. Les canards et les oies nagent dans l'étang à poissons et y répandent leur fumier. La quantité de fumier produite en deux mois est environ de 6 à 9 kg par animal.

Les canards et les oies se développent rapidement, sont robustes et faciles à élever. Ces animaux mangent des résidus comme des mauvaises herbes, des grenouilles, des larves d'insectes et des escargots qui

se trouvent dans l'étang. Il est très bon d'élever des canards et des oies si on dispose de beaucoup d'herbes vertes tendres ou de mauvaises herbes aquatiques. La hyacinthe d'eau coupée en petits morceaux est une bonne nourriture pour les canards (figure 28). Ces sources de nourriture forment une bonne part de la nourriture des canards et des oies. On a donc moins besoin de compléments alimentaires volumineux comme les céréales.

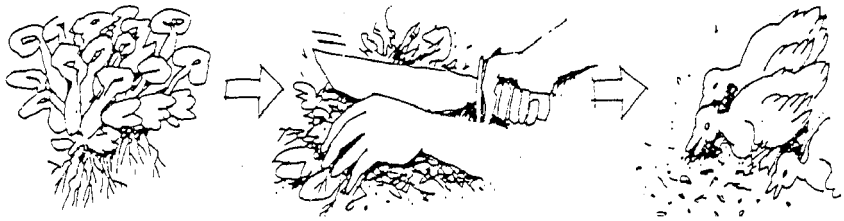


Figure 28 : La hyacinthe d'eau coupée en petits morceaux est une bonne nourriture pour les canards.

Les canards remuent le fond de l'étang en cherchant leur nourriture. Ils réduisent ainsi la croissance des algues car la lumière solaire pénètre moins profondément dans l'eau. En élevant des canards sur une seule moitié de l'étang, les algues peuvent pousser dans l'autre moitié, ce qui fournit aussi de la nourriture pour les poissons. Les oies passent moins de temps dans l'eau que les canards et plus de temps sur les rives à se reposer et à chercher de la nourriture. Il faut clôturer les rives de l'étang pour éviter que les oies ne les détruisent. Les canards élevés dans l'eau se développent plus vite que ceux élevés sur terre, ils sont plus propres et en meilleure santé. Un avantage des oies est qu'elles sont de bons animaux de garde.

Le logement des canards et des oies

En général, il faut une superficie minimum de 0,5 m² par canard ou par oie. On peut loger les canards et les oies de plusieurs manières. On peut construire une canardière flottant sur l'eau ou reposant sur des pilotis au-dessus de l'eau ou sur la rive de l'étang. Les canards et les oies ont seulement besoin d'un abri pour se reposer (figure 29). Une canardière construite au-dessus de l'eau doit avoir un sol à claire-voie

ou en grillage pour laisser passer le fumier. Le mieux, c'est que tout le fumier tombe dans l'eau. En clôturant les rives avec du fil ou un filet, et en ne construisant pas de canardière sur les rives, on est sûr que tout le fumier tombera dans l'eau et que les digues ne seront pas abîmées.

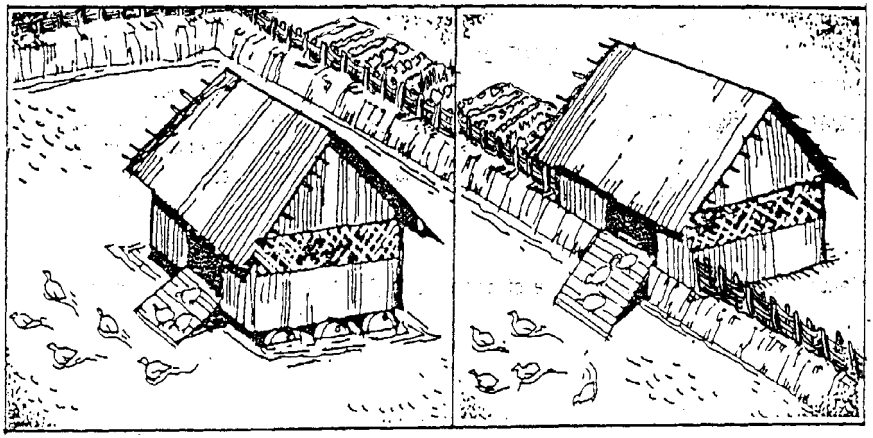


Figure 29 : Construction d'une canardière au-dessus de l'étang ou sur la digue.

Cycles de production

Les canards ont besoin d'environ 2 mois pour atteindre leur poids de marché de 2 à 3 kg. Les oies ont besoin d'autant de temps pour atteindre leur poids de marché de 4 à 4,5 kg. Comme la plupart des espèces de poissons ont besoin d'environ 6 mois pour atteindre leur poids de marché, on peut élever 3 lots de canards ou d'oies pendant chaque cycle de poissons. Pour assurer que l'apport de fumier reste constant, il est bon d'élever ensemble des canards ou des oies de différents âges. Le cycle des poissons doit s'arrêter au même moment que celui des canards ou des oies. Une fois les poissons récoltés, on vide l'étang de ses poissons ou même on l'assèche. Il ne faut pas lui ajouter du fumier. Pendant cette période, on peut utiliser le fumier pour les cultures ou l'ajouter au compost.

On peut aussi élever les canards pour leurs œufs. Un canard commence à pondre des œufs à l'âge de 24 semaines et continue pendant une période d'environ deux ans. Après cet âge, la production d'œufs diminue et on abat les canards. Pour chaque cycle de canards pondeurs, on peut élever un certain nombre de lots de poissons. Les canards hybrides, comme le Peking et le Khaki Campbell, pondent entre 150 à 200 œufs par an, s'ils sont bien nourris et s'ils ne sont pas dérangés pendant la période de ponte. Les oies ne sont pas aussi productives que les canards: elles ne pondent que 30 à 60 œufs par an.

Choix des espèces et densités de mise en charge

Les poissons à mettre en charge dans l'étang doivent mesurer au moins 10 cm, autrement ils seront mangés par les canards ou les oies. On élève généralement différentes sortes de carpes en combinaison avec des canards et des oies à une densité de 45 à 60 poissons par 100 m². Une combinaison possible est 24 carpes catla, 18 carpes rohu et 18 carpes mrigal par 100 m². Si on ajoute des carpes communes, les proportions sont: 18 catla, 18 rohu, 12 mrigal et 12 carpes communes par 100 m². Si on y ajoute aussi des carpes argentées et des carpes herbivores, les densités seront 9 catla, 12 rohu, 9 mrigal, 12 communes, 9 argentées et 9 herbivores par 100 m². Il est possible aussi d'élever d'autres espèces avec les canards et les oies: par exemple le mulet et plusieurs espèces de tilapia. Si on combine les tilapias avec des canards et des oies, on peut élever en moyenne 1 ou 2 poissons par m². Environ 3 canards ou oies par 100 m² fourniront suffisamment de fumier. Le nombre des canards et des oies par 100 m² varie de 1 à 3. Si on élève seulement des carpes communes (à une densité de 2 poissons par m²), on élèvera au maximum 7 canards ou oies par 100 m². Si on élève des poissons peu sensibles au taux d'oxygène comme le poisson-chat, à une densité de 4 poissons par m², on peut élever au maximum 70 canards ou oies par 100 m².

Rendements

La pisciculture intégrée à l'élevage de canards peut donner des rendements de 30 à 55 kg par 100 m² par an. Ce rendement dépend du nombre de canards par m² et des espèces de poissons élevées. Une

combinaison de tilapias du Mozambique et de poissons-chats africains donne des rendements de 35 à 40 kg de poissons par 100 m² par an. Une haute densité de tilapias du Nil (4 poissons par m²) permet de récolter jusqu'à 70 kg par 100 m². Cependant, les poissons récoltés seront de plus petite taille. Le nombre maximum de canards ou d'oies élevés pour leur chair est de 70 par 100 m². Le nombre maximal de canards et d'oies pour les œufs est de 75 par 100 m², si on élève des espèces de carpes (2 poissons par m²). Si on élève des tilapias moins sensibles au taux d'oxygène à une densité de 2 poissons par m², on peut élever 350 canards ou oies pour leur chair ou 400 canards ou oies pour les œufs par 100 m². Avec des poissons-chats (4 poissons par m²), le nombre de canards ou d'oies pour la chair augmente jusqu'à 700 par 100 m², ou 800 canards ou oies pondeurs par 100 m². Le poisson-chat peut respirer l'oxygène de l'air et celui de l'eau. Cela signifie qu'on peut en élever plus par m² et qu'on peut obtenir des niveaux de production de 150 kg par 100 m².

5.5 La pisciculture intégrée à l'élevage d'autres animaux

Bovins

L'élevage des poissons n'est pas souvent intégré à celui des ruminants car ceux-ci paissent dans les pâturages, ce qui complique le ramassage du fumier et prend beaucoup de temps. Les bovins produisent chaque jour de grandes quantités de fumier, mais de pauvre qualité nutritive. Cependant, on élève beaucoup de bovins sous les tropiques et pendant la période où ils sont attachés, il est facile de ramasser la bouse. On peut nourrir les vaches avec du napier par exemple. En Inde, on utilise fréquemment la bouse de vache pour fertiliser les étangs à poissons, mais les rendements dépassent rarement 20 kg par 100 m².

Dans une ferme munie d'un convertisseur à biogaz, la récolte de poissons peut être doublée en plaçant d'abord la bouse de vache dans le convertisseur avant de l'utiliser pour fertiliser l'étang à poissons (figure 30).

Un étang à poissons de 100 m² de superficie peut recevoir 10 catla, 12 carpes, 10 mrigal, 10 argentées, 3 herbivores et 5 communes, pesant chacune 7 g. L'étang a besoin de 0,75 litres par jour de fumier passé au convertisseur à biogaz. Le surplus de fumier produit par le convertisseur peut être utilisé pour les cultures et le gaz produit pour la cuisine ou l'éclairage de la maison. Le fumier du convertisseur ne doit pas être ajouté à l'étang les jours où il fait froid ou nuageux, car le fumier n'est pas complètement décomposé. On doit aussi arrêter la fertilisation si on voit des poissons qui viennent bailler à la surface en quête d'oxygène. Après 6 mois, les premiers poissons auront atteint le poids d'environ 1 kg. Récoltez tous les deux mois, en remplaçant chaque fois les poissons enlevés par de jeunes poissons. Un étang de 100 m² donnera des rendements allant jusqu'à 50 kg de poissons. Pour plus d'informations sur la construction et l'utilisation d'un convertisseur à biogaz, voir Agrodok no.23: «Biogaz».

Moutons et chèvres

Les moutons et les chèvres sont des animaux importants pour de nombreux petits paysans d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud. Le fumier de mouton et de chèvre est utilisable comme engrais dans l'étang à poissons. On peut loger les animaux dans un enclos au-dessus de l'étang.

Il existe en Indonésie plusieurs combinaisons de systèmes d'élevage de poissons et de moutons. On élève le grand gourami à une densité de 30 poissons au m². On garde les moutons dans un enclos au-dessus de l'étang, à une densité d'environ 5 moutons par 100 m². On nourrit les moutons avec de l'herbe (10 kg par mouton par jour) et des résidus de tourteaux de soja (4 kg par mouton par jour). On peut aussi utiliser le fumier de chèvre pour fertiliser les étangs. On ne dispose pas de chiffres, mais 4 ou 5 chèvres suffisent pour un étang de 100 m².

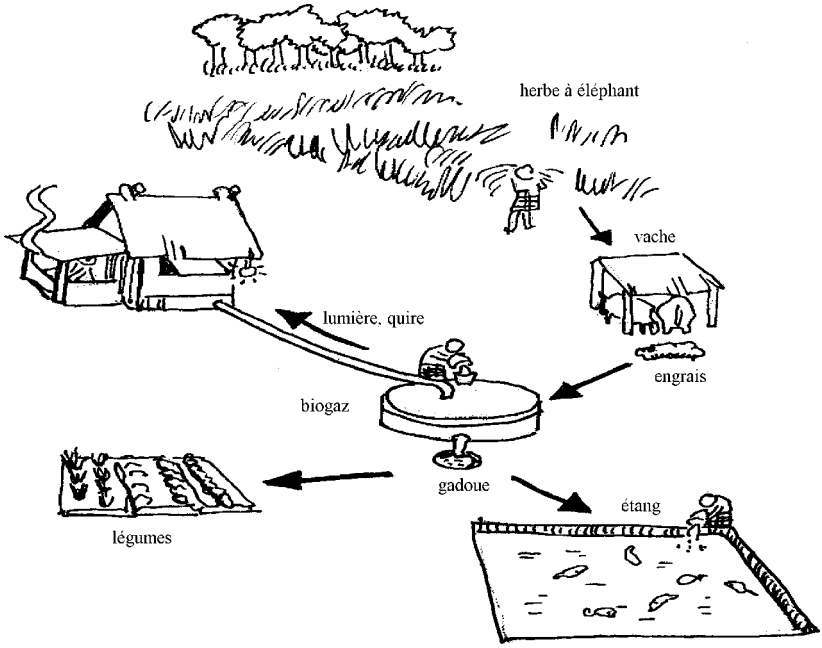


Figure 30 : Diagramme d'un système de culture intégré vaches-biogaz-poissons-légumes.

Lapins

L'élevage des lapins se combine bien à la pisciculture. On peut loger les animaux dans un clapier en bambou ou en bois placé au-dessus de l'étang. Le crottin de lapin est directement consommable par les poissons. Il est plus riche en protéines et en énergie que celui des autres animaux.

Annexe 1 : Espèces couramment élevées

Mangeurs d'algues	
Carpe argentée chinoise	Hypophtalmichthys molitrix
Carpe «catla» indienne	Catla catla
Carpe «rohu» indienne	Labeo rohita
Chanos	Chanos chanos
Muge	Mugil cephalus
Mangeurs d'herbes (herbivores)	
Carpe herbivore chinoise	Ctenopharyngodon idella
Brème «Wuchang» chinoise	Megalobrama amblycephala
Grand gourami	Osphronemus goramy
Snakeskin gourami	Trichigaster pectoralis
Tilapia	Tilapia rendalli
Zill's tilapia	Tilapia zillii
Mangeurs de zooplancton	
Carpe chinoise «à grosse tête»	Aristichthys nobilis
Mangeurs d'escargots	
Carpe chinoise «noire»	Mylopharyngodon piceus
Espèces de cichlid	Haplochromus spp.
Prédateurs (mangeurs de poissons)	
Espèces de poisson-chat	Clarias spp., Pangasius spp.
Espèces de gobie ophiocéphale	Channa spp.
Omnivores	
Espèces à barbe	Puntius spp.
Carassin	Carassius carassius
Carpe «de vase» chinoise	Cirrhinus molitorella
Carpe commune	Cyprinus carpio
Espèces de poissons-chats	Clarias spp., Pangasius spp.

Carpe mrigal indienne	Cirrhinus mrigala
Espèces de tilapias	Oreochromis spp., Sarotherodon spp., Tilapia spp.
Perche grimpeuse	Anabas testidineus

Annexe 2: Plantes aquatiques

Tableau 1 : Plantes aquatiques couramment utilisées pour nourrir les poissons

Nom commun	Nom scientifique	Caractéristiques
Alternanthere	Alternanthera philoxe-roides	Herbe aquatique gênante; bouche les passages d'eau; flotte librement.
Epinard d'eau	Ipomoea aquatica	Plante aquatique et de marécage, très agréable au goût en légume pour les gens, hauts rendements, peut aussi couvrir les digues.
Fougère d'eau	Azolla spp.	Peut doubler de poids en 3 à 10 jours; riche en protéines et en fibres crues, mais pauvre en sucres; pro-duction: 150 tonnes/ha/an.
Hyacinthe d'eau	Eichhornia crassipes	Mauvaise herbe aquatique gênante: bouche les passages d'eau, flotte librement production 3 000 kg/ha/an; on peut utiliser les feuilles et les tiges; conversion alimentaire 45 à 50.
Laitue d'eau	Pistia stratiotes	Légume.
Lentille d'eau	Lemna spp.	Haut rendement; riche en protéines, sucres et graisses. Contient suffi-samment de fibres crues; production moyenne sous les tropiques: 25/tonnes/ha/an.

Annexe 3: Herbes

Tableau 2 : Herbes couramment utilisées pour nourrir les poissons

Nom commun	Nom scientifique	Caractéristiques
Panic pied-de coq	Echinochloa crusgalli	Plante annuelle, grande et robuste, croissance vigoureuse, 60 à 20 cm de hauteur
Herbe de Guinée	Panicum maximum	Plante pérenne, grande et vigoureuse, en touffes, tiges jusqu'à 3,5 m ; se coupe à 60 à 90 cm; nécessite des sols humides.
Lalang grass	Imperata rundinacea	Herbe des montagnes, pousse jusqu'à 40 cm ; très résistante à la sécheresse ; consommable si elle est fréquemment coupée.
Manioc	Manihot spp.	La première coupe se fait à 40 cm du sol 8 semaines après la plantation, ensuite toutes les 4 semaines ; on utilise les feuilles et les tubercules coupées en petits morceaux.
Napier (hybride)	Pennisetum americanum	Plante pérenne, grande et érectile, tiges épaisses allant jusqu'à 4,5 m ; résistante à la sécheresse ; la première coupe se fait à 7 cm du sol 7 semaines après la plantation ; on la coupe ensuite toutes les 4 semaines à 10 à 15 cm ; on utilise les feuilles et les tiges coupées en petits morceaux ; production : 225 000 à 300 000 kg par ha. Conversion alimentaire : 25 à 30; peut être cultivée pendant 5 ans.
Napier	Pennisetum pupureum	Plante pérenne, grande et érectile, tiges épaisses allant jusqu'à 4,5 m ; nécessite des sols humides ; la première coupe se fait à 7 cm du sol 7 semaines après la plantation ; on coupe ensuite toutes les 4 semaines ; on utilise les feuilles et les tiges coupées en petits morceaux; production : 225 000 à 450 000 kg par ha ; conversion alimentaire : 30 à 40.
Para grass	Brachiaria mutica	Tiges rampantes très longues allant jusqu'à 2,5 m ; larges feuilles velues ; nécessite des sols humides ; riche en protéines.
Rye grass	Lolium spp.	Adaptée aux basses températures ; doit être fréquemment coupée ; on utilise les feuilles et les tiges ; production : 75 000 à 150 000 kg par ha ; conversion alimentaire 17 à 23.
Chiendent pied de poule	Cynodon	Consolide aussi les digues de l'étang.
l'herbe du Soudan	Sorghum sudanense	Plante rampante annuelle ; tiges feuillues allant jusqu'à 3 m ; résistante à la sécheresse ; doit être fréquemment coupée ; on utilise les feuilles et les tiges ; production : 150 000 à 225 000 kg par ha ; conversion alimentaire : 19 à 28.

Annexe 4: Plantes

Tableau 3 : Plantes couramment utilisées pour nourrir les poissons

Nom commun	Nom scientifique	Caractéristiques
Famille de la haricot	Mucana spp., Phaseolus vulgaris, Vigna spp.	Haricots et/ou cosses mangeables.
Famille du chou (moutarde incluse)	Brassica spp.	La farine de moutarde contient des substances toxiques.
Fleur languette	Centrosema pubescens	Plante pérenne rampante, très feuillue, assez résistante à la sécheresse, vigoureuse et à croissance rapide.
Ipil-ipil (arbre à tuteur)	Leucaena leucocephala	Légumineuse: la première coupe se fait à 50 cm du sol 8 semaines après la plantation, ensuite toutes les 10 semaines à 30 cm du sol; on utilise aussi les feuilles coupées en petits morceaux.
Maïs, blé	Zea mays	Très agréable au goût et très nutritif, pousse pendant la saison sèche.
Kudzu tropical	Pueraria phaseoloides	Plante rampante vigoureuse et dense; nécessite des sols argileux humides; agréable au goût; hauts rendements.
Famille du courge	Cucurbita spp.	Légume.
Consoude	Comfrey symphytum	Légume.
Famille du sorgho	Sorghum spp.	Légume.
Stylosanthes humilis	Stylosanthes humilis	Plante annuelle érectile allant jusqu'à 1 m, feuilles étroites.
Canne à sucre	Saccharum offici narum	Légume, on peut utiliser les feuilles.
Patate douce	Ipomoea batatas	Plante rampante pérenne; nécessite des sols humides et plus de 4 mois de chaleur; les feuilles et les tiges sont de la bonne nourriture pour les poissons.
Tomate	Solanum lycopersicum	Légume.

Annexe 5: Chiffres de production

Tableau 4 : Chiffres de production pour différents systèmes de rizipisciculture

Pays	Système (type de refuge)	Espèces de poissons	Taille des poissons	Densité de poissons (100 m2)	Rendements de poissons (kg/100 m2)	Variétés de riz	Rendement de riz (kg/100 m2)	Revenu net (US$ à 100 m2)
Philippines	irrigué (tranchée)	CC/ON	5/1 g	33/17	nd	IR66 (moderne)	60	nd
›hilippines	irrigué (étang)	ON	3 g	50	nd	R64 (moderne)	60	nd
Indonésie	riz-poissons-canards	CC	5 g	50	19	IR64 (moderne	117	21
Indonésie (Est de Java)	sawah-tambak alimenté par l'eau de pluie (tranchée)	MF/PG	5-7 cm	55/55	28	nd	nd	nd
Inde	eaux souterraines	IMC	275 g	100	11	NC-492 (trad.)	23	nd
Inde	eaux souterraines, Azolla-poissons (tranchée)	ON	19 g	60	nd	CR1009 (trad.)	nd	2.6
Thaïlande	alimenté par l'eau de pluie (étang)	CC/ON/ PG/ AN	alevins	32	3	glutineux (trad.)	23	1.2
Thaïlande	irrigué (étang)	CC/ON/ PG	2-3 cm	90	2	RD-6 (glutineux)	35	4.2
Zambie	irrigué (étang)	TR/OM	alevins	50	2	›upa trad.)	15	K100 000

nd = non disponible
trad. = variété de riz traditionnelle
AN = Aristhichthys nobilis (carpe herbivore)
CC = Cyprinus carpio (carpe commune)
IMC = Carpes indiennes
MF = Chanos chanos (chanos)
OM = Oreochromis macrochir (tilapia)
ON = Oreochromis niloticus (tilapia du Nil)
PG = Puntius Goniotus (barbeau argenté)
TR = Tilapia rendalli (tilapia)

Annexe 6 : Noms latins des poissons et des plantes

Espèces de poissons

Barbeau argenté	=	Puntius gonionotus
Barbeau javanais	=	Puntius javanicus
Carassin	=	Carassius carassius
Carpe argentée	=	Hypothalmichthys molitrix
Carpe catla	=	Catla catla
Carpe commune	=	Cyprinus carpio
Carpe herbivore	=	Ctenopharyngodon idella
Carpe marbrée	=	Aristichthys nobilis
Carpe mrigal	=	Cyrrhina mrigala
Carpe noire	=	Mylopharyngodon piceus
Carpe rohu	=	Labeo rohita
Espèces de cichlid	=	Haplochromus spp. (H.mellandi)
Espèces de Tilapia	=	Sarotherodon spp., Tilapia spp., Oreochromis spp.
Grand gourami	=	Osphoronemus goramy
Mulet	=	Mugil cephalus
Perceurs de tiges	=	Scirpophaga spp.
Poisson-chat/Pangasius sutchi	=	Clarias spp. et Pangasius spp.
Poisson-serpent	=	Channa spp.
Sauteurs de feuilles	=	Nephotettrix spp., Nilaparvata spp. et Recilia spp.
Snakeskin gourami	=	Trichogaster pectoralis
Tilapia du Mozambique ou javanais	=	Oreochromis Mossambicus
Tilapia du Nil	=	Oreochromis niloticus
Zill's Tilapia	=	Tilapia zillii
Tilapia	=	Tilapia rendalli

Espèces de plantes

Algue bleue-verte	=	Anabaena azolla
Alternanthere	=	Alternantha philoxeroides
Arbres Sesbania	=	Sesbania grandiflora
Calebassier, courge cireuse	=	Benincasa cerifera
Belle-de-jour	=	Ipomoea aquatica
Bois de rose	=	Dalbergia lablab
Châtaignier d'eau	=	Trapa bispinosa
Courge torchon	=	Luffa acutangula
Fougère aquatique	=	Azolla pinnata
Fougère d'eau	=	Azolla pinnata, Azolla spp.
Herbe à éléphant/napier	=	Pennisetum purpureum
Herbe de basse-cour	=	Echinochloa spp.
Hyacinthe d'eau	=	Eichornia crassipes
Ipil ipil	=	Leucaena spp.
Gombo, okra	=	Hibiscus esculentus
Lentille d'eau	=	Lemna spp., Wolffia spp. et Spirodela spp.
Manioc	=	Manihot esculenta
Papayer	=	Carica papaya
Perche grimpeuse	=	Anabas testudineus
Plante aquatique Oreille d'éléphant ou taro	=	Colocasia spp.
Sesbanie	=	Sesbania spp.

Autres

L'escargot à pomme d'or	=	Pomacea canaliculata

Bibliographie

Eer A van; Schie T van; Hilbrands, **La pisciculture en eau douce a petite echelle**. Agrodok, vol. 15, 2004, pp. 81, Agromisa, Wageningen, Pays Bas. ISBN: 90-77073-73-6.

Bard J, De Kimpe P, Lemasson J, Lessent, **Manuel de pisciculture tropicale.** 1974, pp. 209, Centre technique forestier tropical.

Lazard J, Morissens P, Parrel P, **Methodes artisanales d'aquaculture du Tilipia en Afrique**. 1990, pp. 82.

Références

Brummett, R.E**. Aquaculture policy options for integral resource management in sub-Saharan Africa**. 1994. International Centre for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Conference Proceedings no.46, ICLARM. Manila, Philippines. 38p.

Caguan, A.G. **Aperçu de l'impact potentiel de la pisciculture sur la lutte antiparasitaire et la gestion des substances nutritives dans les rizières**, 1995. In : L'aménagement des écosystèmes agro-piscicoles d'eau douce en milieu tropical, p.203 -244. Seminar, Bruxelles 16-19 mai 1994. Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA) et La Royal Academy of Overseas Sciences.

Edwards, P and Kaewpaitoon, K. **Fish culture for small-scale farmers**. 1984. Environmental Sanitation Center, Asian Institute of Technology (AIT), Bangkok, Thailand. 44p.

Fermin, F.V. **The adaptation of rice-fish farming technology: the case of Mang Isko in cavite, Philippines**. 1992. In: Dela Cruz, C.R., Lightfoot, C., Costa-pierce, B.A., Carangal, V.R. and Bimbao, M.P. Rice-fish Research and Development in Asia. p.333-338. ICLARM Conference Proceedings no. 24. ICLARM. Manila, Philippines.

Halwart, M. **Fish as biocontrol agents in rice: the potential of common carp Cyprinus carpio (L.) and Nile tilapia Oreochromis niloticus (L.).** 1995. Margraf Verlag. Weikersheim, Germany. 169p.

ICLARM and International Institute of Rural Reconstruction (IIRR). **Farmer-proven integrated agriculture-aquaculture: a technology information kit.** 1992. ICLARM Contribution no.807. ICLARM. Manila, Philippines.

Little, D. and Muir, J. **A guide to integrated warmwater aquaculture**. 1987. Institute of aquaculture, University of Stirling, Scotland, UK. 238p.

Milstein, A. **La fertilisation organique peut-elle suffire pour intensifier les systèmes intégrés de production piscicole?**, 1995. In : L'aménagement des écosystèmes agro-piscicoles d'eau douce en milieu tropical, p.532-546. Séminaire, Bruxelles 16-19 mai 1994. Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale (CTA) et Royal Academy of Overseas Sciences.

Noble, R.P. and Rashidi, B. **Aquaculture technology transfer to smallholder farmers in Malawi, southern Africa**. 1990. NAGA, The ICLARM Quarterly, October 1990. p.14-16, Table 1. Commonly raised fish species listed by food preference.

Adresses utiles

FAO, Food and Agricultural Organization of the United Nations
FAO's mandate is to raise levels of nutrition, improve agricultural productivity, better the lives of rural populations and contribute to the growth of the world economy. Make sure people have regular access to enough high-quality food to lead active, healthy lives.
Viale delle terme di carcalla 100, Rome, Italy
Telephone: (+39) 06 57051; Fax: (+39) 06 570 53152
E-mail:FAO-HQ@fao.org; web-site: www.fao.org

WUR-Zodiac, WUR, Animal Science Department
Zodiac is the department for animal Sciences of the Wageningen Agricultural university.Zodiac has as a mandate of developing education and research in the fields of animal sciences.
Marijkeweg 40, , 6709 PG, Wageningen, The Netherlands
Telephone: 31-(0)317-48 39 52; Fax: 31-(0)317-483962
E-mail:Zodiac.library@wur.nl; web-site: www.zod.wau.nl

World Fish Center
The World fish center is an international organization committed to contributing to food security and poverty eradication in developing countries. This is achieved through research, partenership capacity and policy support on living acquatic resources.
P.O.Box 500, GPO, Penang, Malaysia
Telephone: (+60-4)626 1606; Fax: Fax: (+60-4) 626 5530
E-mail:worldfishcenter@cgiar.org; web-site: www.worldfishcenter.org

RIVO, Netherlands Institute for fisheries research
The Netherlands Institute for Fisheries Research is a research and consultancy organization that covers all stages of fish production from the sustainability of catch up to the appreciation of fish products by the consumer.
PO Box 68, 1970 AB IImuiden, Haringkade 1, 1970 AB, IJmuiden, Les Pays Bas
Telephone: 31 (0)255564646; Fax: 31(0)2555646 44
E-mail:visserijonderzoek.asg@wur.nl; web-site: www.rivo.dlo.nl